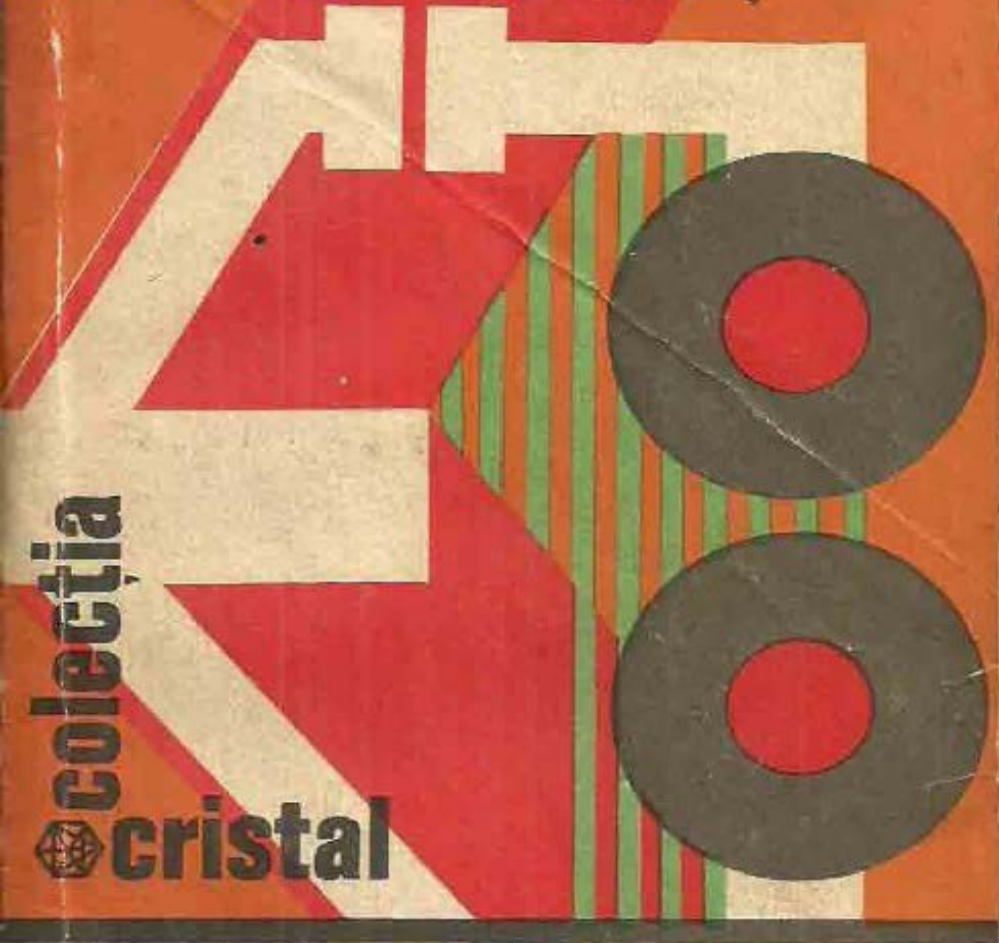
dumitru codăuș



colecția cristal

RADIODEPANARE ABC

EDITURA ALBATROS

DUMITRU CODĂUȘ

RADIODEPANARE
A B C

◆ colecția cristal ◆

Referent
dr. ing. VICTOR E. NEAGOE

Coperta: IORGOS ILIOPOLOS

1981
BUCUREȘTI

editura albatros

ing. **dumitru codăuş**

RADIODEPANARE A B C

colecţia cristal

Lector : GHEORGHE FOLESCU
Tehnoredactor : GABRIELA ILIOPOLOS

Bun de tipar : 26 V.1981. Comanda nr. 277.
Coli de tipar 13+1 planșă alb-negru (pliată)

Comanda nr. 277
Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii"
București — Piața Scînteii nr. 1
Republica Socialistă România

Cuvîntul „depanare", înlocuit uneori cu sinonimul său „reparare", avînd aproximativ același sens, presupune înlăturarea unei defecțiuni ori stricăciuni.

Sinonimia între cele două cuvinte însă nu concordă perfect, deoarece „a depana" obligă repunerea în funcțiune la parametrii inițiali a mecanismului sau aparatului respectiv, nu numai refacerea, corectarea sau remedierea defectului în cauză, ca în cazul „reparării". Cu alte cuvinte, operația de depanare nu este o muncă minoră, mai ales cînd se efectuează pe aparatura electronică, ajunsă azi la un grad înalt de complexitate și diversificare.

Tineretul manifestă un interes deosebit pentru această ramură tehnică, ceea ce reflectă curiozitatea și dorința lui de a înțelege, de a se apropia, încă din fragedă copilărie, de instalațiile și agregatele care constituie pentru ei un continuu miraj.

Desigur că repararea radioreceptoarelor este executată în general de tehnicieni cu studii de specialitate și pasiune pentru practica meseriei. Dar mai există încă mulți amatori, de diferite vîrste, atît din rîndurile tineretului, cît și printre adulți, care deși nu cunosc deloc sau cunosc prea puțin bazele radioelectronicii, doresc să afle, chiar cu aproximație, locul, natura și cauza deranjamentului produs în aparatul lor și, dacă se poate, ar dori să și înlăture acest defect. Acest fapt nu este surprinzător: aici se dezvăluie dorința justificată a amatorului de a-și pune în practică cunoștințele sale teoretice și tehnice, deprinderea, îndemînarea și talentul său, fie în executarea unui nou montaj, competitiv cu cele pe care le produce industria, fie să intervină pentru remedieri sau modificări într-un montaj realizat de către altcineva. Și într-un caz, și în altul, succesul dă satisfacție amatorului.

Din practică s-a constatat că o dificultate fundamentală la depanarea unui radioreceptor o constituie necunoașterea de către amatori a schemei de principiu și a rolului fiecărei piese din montajul respectiv, la care se mai adaugă uneori o oarecare neîndemînare datorită lipsei de experiență.

Practica a mai dovedit că depanarea unui aparat de radiorecepție durează adesea mai mult timp decît operația de reparare în sine. Trebuie reținut faptul că depistarea locului, naturii și cauzei unui deranjament al radioreceptorului este o operație delicată, care se face metodic, cu răbdare, pe baze științifice. De altfel, o butadă a radioamatorilor spune: „Un bun depanator este acela care știe nu numai să lipească piese radio, ci și unde să le lipească".

Defectele radioreceptoarelor cu tranzistoare, mai greu de descoperit decît cele ivite în radioreceptoarele cu tuburi, pot avea la origine cauzele cele mai variate, fiind necesar a se recurge la mijloace diferite pentru delimitarea locului unde s-au produs. Progresul extrem de rapid al industriei electrotehnice și electronice din țara noastră a condus la realizarea a numeroase tipuri de radioreceptoare tranzistorizate cu performanțe ridicate, precum și de piese și componente electronice de radio și televiziune într-o gamă largă. De aceea, rolul depanatorului devine și mai dificil în fața schemelor și montajelor acestor aparate atît de diferite.

Prezenta carte este destinată activității tinerilor radioamatori individuali, cît și a celor grupați în cercuri școlare sau radiocluburi, ca un mic ghid pentru descoperirea și remedierea defectelor tipice, nu prea complicate, ce se pot produce în radioreceptoarele cu tranzistoare.

Alături de alte lucrări de specialitate, publicate în țara noastră, lucrarea de față restrînge domeniul preocupărilor la „depanarea radioreceptoarelor cu tranzistoare", care, după cum se constată din cuprinsul său, pune accentul pe cunoașterea funcțiunii elementelor active și pasive ale circuitelor, pe citirea și comentarea schemelor unor radioreceptoare fabricate în țară, cu particularitățile și reglajele respective, pornind de la cele mai simple pînă la cele stereofonice.

Sînt prezentate, de asemenea, metodele optime de reparare și reacordare, ținînd cont de aparatura de control și măsurare aflată în dotarea majorității amatorilor. În scopul orientării cît mai rapide asupra locului deranjamentului, în funcție de simptom, sînt prezentate cîteva liste cuprinzînd natura, cauza și remediul deranjamentelor cele mai frecvente.

Pentru ca amatorul să dispună de cît mai multe elemente teoretice și tehnice în activitatea sa de depanare a radioreceptoarelor, sînt prezentate pe scurt unele date informative radiotehnice și exemple de calcul simplu, precum și cîteva sfaturi utile. De asemenea, pentru un studiu teoretic mai aprofundat, în final a fost indicată o bibliografie selectivă.

Autorul speră ca această lucrare, prin textul și ilustrația adecvată, să constituie un material ajutător nu numai tinerilor radioamatori care cunosc principiile de bază ale radiotehnicii, ci și amatorilor începători care cunosc relativ puține elemente de radiotehnică, stimulîndu-le interesul pentru o cunoaștere mai temeinică a acestui domeniu al electronicii.

RADIORECEPTOARE CU TRANZISTOARE

1. Legătura radiofonică[1]

Transmiterea informației (auditivă-vizuală) pe cale electrică la distanță, se realizează prin intermediul unui sistem complex care include un transmițător. Urmărind schema generală din figura 1, se constată că undele sonore produse de vocea omenească sau de instrumentele muzicale, în cadrul unui program de radiodifuziune fac să vibreze membrana microfonului care le transformă într-o tensiune alternativă foarte slabă, avînd frecvența de 20 Hz... 15 kHz. Semnalul electric astfel obținut este mai întîi amplificat în etajul amplificator de audiofrecvență (AAF), după care este transmis prin cablu, din studio la stația de emisie.

Partea principală a emițătorului o constituie oscilatorul pilot *O*, care generează oscilații autoîntreținute de amplitudine și frecvență riguros constante. Aceste oscilații slabe sînt amplificate în etajul ARF, ele formînd unda purtătoare a mesajului de transmis.

Semnalul audio, de la ieșirea AAF și oscilațiile de frecvență înaltă, de la ieșirea ARF (unda purtătoare) se aplică modulatorului M, unde din compunerea celor două oscilații, audio și de RF, rezultă unda purtătoare de informație modulată, care după o nouă amplificare în putere se aplică circuitului de antenă spre a se propaga în spațiu sub forma de unde electromagnetice (sau radio).

Viteza de propagare a undelor electromagnetice este de aproximativ 300 000 km/s (viteza luminii). O mărime caracteristică importantă a undelor electromagnetice este lungimea de undă (λ) care reprezintă distanța străbătută de o suprafață de undă în timp de o perioadă. Dacă v este viteza

[1] Semnificația abrevierilor (ARF, AAF, MF, MA-BLU etc.) este redată în glosarul de la pagina 199.

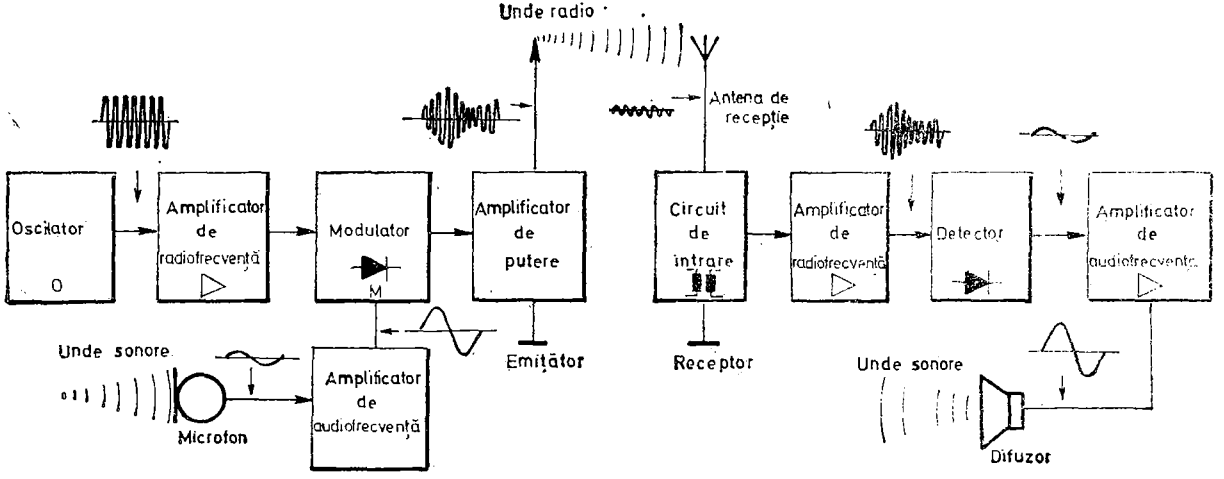


Fig. 1. Schema unei transmisiuni radiofonice și forma semnalului.

de propagare a unei unde, lungimea de undă este dată de relația: $\lambda = vT$, unde T este perioada oscilațiilor. Numărul de perioade pe secundă se numește frecvență (f). Între frecvența f, viteza undelor electromagnetice v și lungimea de undă λ există relațiile:

$$\lambda = \frac{v}{f}; \; f = \frac{1}{T}; \; \lambda = vT.$$

Astfel, de exemplu, dacă frecvența unei stații de emisie este de 854 kHz, rezultă:

$$\lambda_m = \frac{v(\text{km/s})}{f(\text{kHz})} = \frac{300\,000}{854} = 351 \text{ m.}$$

$$f(\text{kHz}) = \frac{v(\text{km/s})}{\lambda(\text{m})} = \frac{300\,000}{351} = 854 \text{ kHz.}$$

Lungimile de undă și frecvențele destinate radodifuziunii sînt redate în *tabelul I.*

Emițătoarele de unde metrice (λ = 10... 1 m), decimetrice (λ = 1... 0,1 m) și centimetrice (λ = 0,1... 0,01 m) se folosesc în stațiile de radiodifuziune cu MF (modulație în frecvență) în televiziune, precum și în scopuri speciale (releu și radiolocație), avînd rază mică de acțiune.

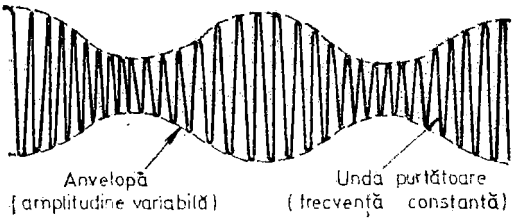
În funcție de paramaterul a cărui mărime variază în cursul modulației, emițătoarele care lucrează în radiodifuziune se pot clasifica în:

— emițătoare cu modulație de amplitudine (MA), în care amplitudinea A_0, a unei purtătoare se modifică proporțional cu variația instantanee a semnalului modulator (fig. 2, a);

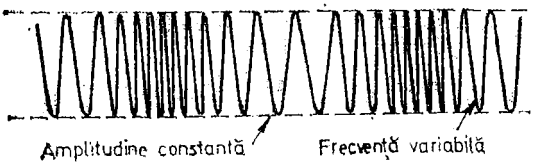
— emițătoare cu modulație de frecvență (MF), în care frecvența instantanee a undei purtătoare variază proporțional cu valoarea instantanee a unui semnal modulator (fig. 2,b);

— emițătoare cu modulație în amplitudine cu banda laterală unică (MA-BLU), în care se transmite o singură bandă laterală, cealaltă fiind mult redusă sau chiar suprimată (fig.2, c); se utilizează în special pentru receptoarele stereo ca și modulația pe subpurtătoare: dacă una din benzile laterale este numai atenuată parțial, atunci acest tip de modulație este MA-RBL (rest de bandă laterală).

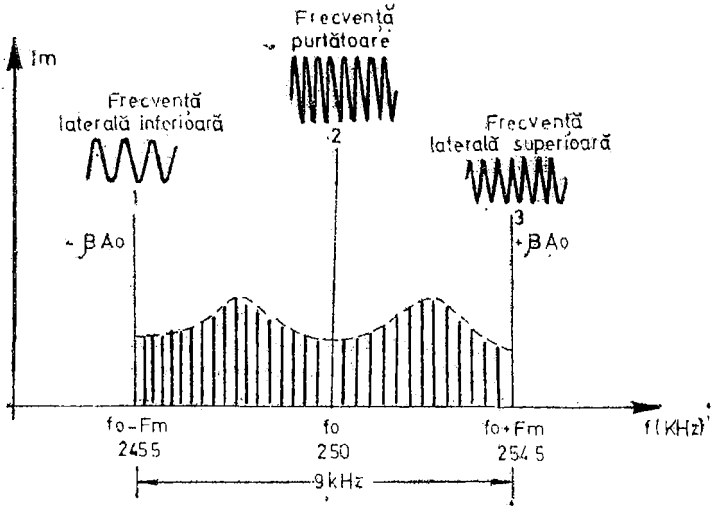
Pentru a ilustra existența benzilor laterale de frecvență în timpul modulației, fără a intra în amănunte, se menționează



a.



b.



c

Fig. 2. Grafice care explică principiul oscilațiilor modulate: *a* — modulație în amplitudine; *b* — modulație în frecvență; *c* — benzile laterale de frecvență în cazul modulației.

că, în lipsa modulației, emițătorul radiază numai o singură undă, purtătoarea f_0. Imediat ce începe modulația în amplitudine, se produc benzile laterale, superioară cu frecvența $f_0 + F_m$ (fig.2, c) și cea inferioară, cu frecvența $f_0 - F_m$.

Datorită numărului mare de posturi de emisie și a întinderii limitate a gamei de radiodifuziune, banda de frecvențe sonore modulatoare transmisă a fost limitată la 9 kHz. Aceasta înseamnă că se pot transmite sunete avînd frecvențe de cel mult 4 500 Hz și pentru a nu deranja recepția posturilor vecine, prin suprapunerea benzilor lor laterale, sunetele înalte sînt suprimate chiar la emisie, ceea ce reduce simțitor calitatea programelor. Pentru rezolvarea în parte a acestor inconveniente s-a recurs, după cum s-a spus, la modulația în amplitudine de tip MA-BLU, cît și la moduația în frecvență, ultima oferind și avantajul reducerii la recepție a interferenței datorată impulsurilor perturbatoare.

Tot în legătură cu modulația trebuie menționat și gradul sau profunzimea de modulație m, a cărei mărime este dată de raportul dintre cea mai mare variație a amplitudinii oscilației modulate și amplitudinea înainte de modulare (amplitudinea purtătoarei). De obicei, gradul de modulație m, se calculează în procente (de exemplu, $m = 50$, 80 sau 100%).

Recepția semnalelor radiofonice, propagate pînă la antena radioreceptorului (fig. 1), se obține prin captarea și transformarea undelor electromagnetice în semnale electrice, care sînt eventual amplificate, deoarece tensiunea de radiofrecvență modulată este foarte slabă. După o primă amplificare, forma semnalului se schimbă și trebuie extrasă din el componenta de audiofrecvență (AF), prin demodulare sau detecție. După detecție, tensiunea AF este amplificată în etajul de AAF al radioreceptorului. Oscilațiile electrice de frecvență audio sînt transmise traductorului de sunet (difuzorul) care le transformă în oscilații sonore, identice cu cele captate de microfon la emisie.

Citirea schemelor radio

Citirea ușoară a schemelor radioreceptoarelor oferă avantajul recunoașterii tipului aparatului, iar ca urmare înlesnește construcția sau depanarea sa.

Se știe că în schemele aparatelor de recepție, etajele se aranjează de la stînga spre dreapta, intrarea fiind la antenă, iar spre dreapta se află difuzorul, deci ieșirea receptorului.

Oricît de complexă ar fi o schemă, se poate căpăta deprinderea descifrării ei, comod și rapid dacă se respectă cîteva principii de bază.

În primul rînd, trebuie să se recunoască tipul receptorului: cu amplificare directă, reflex, superreacție sau superheterodină. Apoi, citirea în detaliu a unei scheme nu trebuie să se facă mecanic, urmărind la întîmplare conexiunile, pentru a nu ajunge la concluzii greșite. În mod corect, citirea se face știind precis unde trebuie să ajungă conexiunea respectivă. De exemplu, în figura 3, pornind de la baza tranzistorului T_3 prin R_3 în punctul *1* apare posibilitatea de a merge pe conexiune spre dreapta sau spre stînga (pe schemă).

Mergînd spre stînga se va ajunge pe calea *1*, *2*, R_1 la colectorul lui T_2, ceea ce este greșit deoarece ar urma ca baza lui T_2 să fie conectată galvanic cu colectorul tranzistorului T_1. În realitate, din punctul *1* trebuie să se meargă spre dreapta, la minusul bateriei de alimentare de la care se aplică tensiuni pentru colectorul lui T_2 și polarizarea bazei lui T_3.

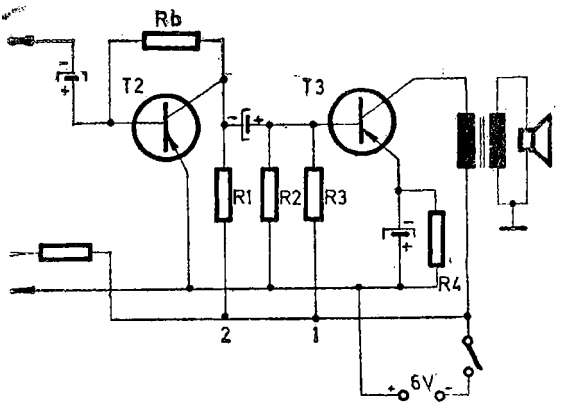


Fig. 3. Schema unui amplificator cu tranzistoare.

Ca urmare, este important să se țină cont de intrarea și ieșirea fiecărui tranzistor, indiferent de modul de conectare (bază, emitor sau colector comun), precum și de faptul că circuitul corespunzător fiecărui electrod al tranzistorului trebuie să se închidă în mod obligatoriu, la emitorul aceluiași

tranzistor. În plus, trebuie să existe două căi de închidere de curent: o cale de închidere de curent alternativ (RF sau AF) care poate conține elemente pasive R,L,C și o cale de curent continuu formată numai din rezistoare și eventual bobine. Aceste două căi de închidere trebuie să fie diferite pentru a evita reacțiile (pozitive sau negative) între etaje.

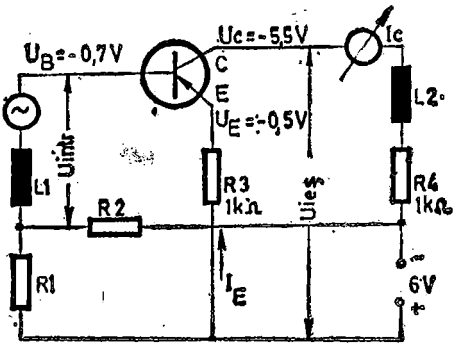


Fig. 4. Montaj cu emitorul comun (EC) cu tranzistor de tip *pnp*.

În schema din figura 4 sînt prezentate, spre exemplificare, circuitele unui tranzistor de tip *pnp* conectat cu emitorul comun. În acest montaj, baza este conectată prin circuitul de intrare L_1 cu divizorul de tensiune R_1R_2 care determină valoarea tensiunii de bază U_B și a curentului I_B. Curentul de colector I_C trece prin rezistența de sarcină L_2 și R_4. Suma curenților $I_B + I_C + = I_E$, care pe R_3 produce căderea de tensiune U_E. În cazul din figura 4, diferența $U_B - U_E = 0,7 - (-0,5) = -0,7 + 0,5 = 0,2$ V, care reprezintă tensiunea de polarizare a bazei.

Din observațiile de mai sus se poate deduce modul cum trebuie urmărit fiecare circuit al unui tranzistor precum și ordinul de mărime aproximativă a tensiunilor și curenților de alimentare.

Deși toate aparatele de radiorecepție tranzistorizate construite de firmele producătoare sînt realizate după scheme de principiu de tip superheterodină, pentru aprofundarea modului lor de funcționare, în vederea unei depanări metodice, vor fi descrise în prealabil și cîteva scheme simple experimentate de radioamatori, cu bune rezultate. După aceea, vor fi descrise și aparatele de tip superheterodină MA-MF.

2. Scheme simple de radioreceptoare cu tranzistoare

Construcția receptoarelor radio, după schemele prezentate mai jos, este recomandată în scopul unui exercițiu tehnic de orientare și îndemînare spre montajele complexe ale aparatelor de model industrial. Se menționează că piesele indicate pe scheme pot fi utilizate de mai multe ori, așezarea lor în montaj putîndu-se face după dorință sau pe plăci speciale cu circuite imprimate.

Un radioamator în devenire, pentru a avea posibilitatea reținerii primelor concluzii, începe cunoașterea radioreceptoarelor, experimentînd montaje cu detecție simplă, în mai multe variante, după care trece la montaje cu amplificare directă (1, 2, 3, 4 tranzistoare) sau cu reacție.

Radioreceptoare cu simplă detecție (0V0)

Cel mai simplu receptor radio este format dintr-o antenă, o priză de pămînt, un circuit acordat, un detector și o cască (fig. 5). El are o selectivitate scăzută, nu are amplificare și se folosește numai la recepția în cască a emisiunilor locale. Fără antenă și o bună priză de pămînt, un receptor cu detecție nu poate funcționa.

Rezultate mai bune decît în cazurile din figura 5, b, c, d se pot obține cu montajul din figura 5 e, care conține în plus o bobină și un condensator variabil de acord. Receptorul nu folosește sursă de alimentare, de aceea se va acorda atenție antenei, care trebuie să aibă conductor de liță și o lungime de minimum 20 m, să fie bine izolată și degajată la înălțime de obiectele din jur. Priza de pămînt va fi legată la conducta de apă sau calorifer sau de o țeavă metalică de 1 m înfiptă în pămînt, avînd legătura care duce la receptor sudată.

Analizînd elementele și funcționarea receptorului cu detecție, se știe că antena are rolul de a colecta energia undelor electromagnetice produse de postul de radioemisie. Tensiunea indusă în antenă este transmisă bobinei L care împreună cu condensatorul C_V formează un circuit oscilant a cărui frecvență se modifică prin intermediul condensatorului variabil C_V pînă la rezonanța cu frecvența circuitului oscilant a postului de emisie, cînd intensitatea recepției devine maximă. Bobina L conține 90 de spire (pentru unde medii) cu priză la

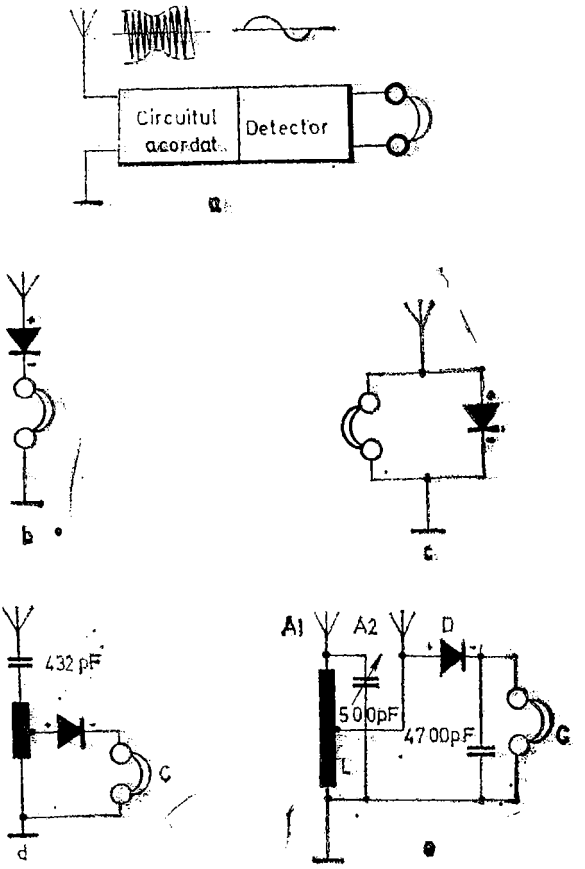


Fig. 5. Schema unui radioreceptor cu diodă semiconductoare: *a* — schema bloc; *b* — montaj serie; *c* — montaj paralel; *d* — receptor cu detecție cu bobină; *e* — receptor cu detecție cu condensator variabil de acord.

spira 50 sau 300 spire cu priză la spira 150 (pentru unde lungi). Grosimea sîrmei va fi de 0,3... 0,5 mm izolată cu bumbac, mătase sau email, iar diametrul carcasei de 20... 30 mm. Rolul circuitului de intrare (CI) este acela de a alege postul dorit prin schimbarea poziției antenei în A_1 sau A_2.

Înălțimea efectivă a antenei, o caracteristică importantă a acesteia, notată prin coeficientul h_e, diferă de înălțimea reală h a antenei, din cauza prezenței pământului și a diferitelor obstacole vecine ei.

Antena verticală (fig. 6, a) de lungime mai mică decît $\lambda/4$ va avea $h_e = 0{,}5\ h$. Dacă antena se continuă cu o porțiune orizontală (fig. 6,b), h_e crește și apare efectul de directivitate al antenei, efect care favorizează recepția undelor radio pe direcția respectivă.

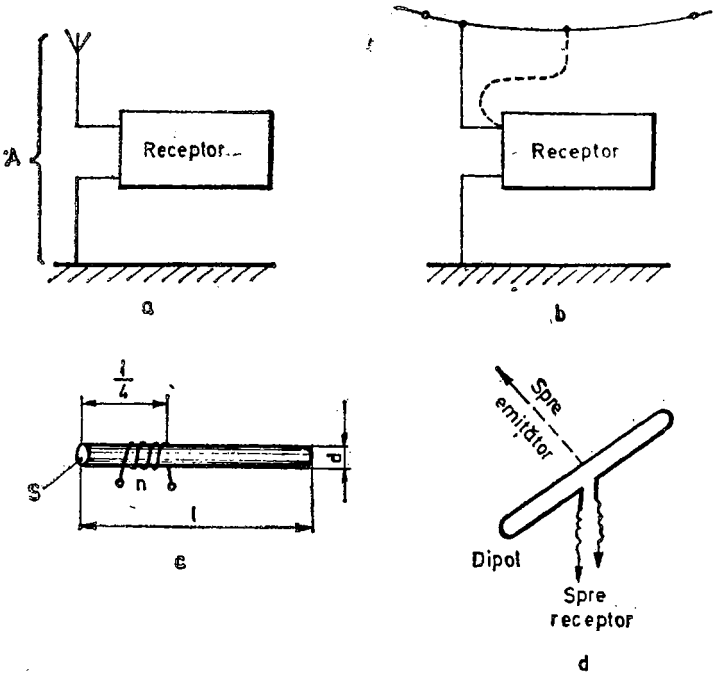


Fig. 6. Tipuri de antene: *a* — verticală; *b* — antenă în T sau L răsturnat; *c* — antenă pe bară de ferită; *d* — antenă de UUS.

Antenele pe bară de ferită (fig. 6, c) au permeabilitatea magnetică mare astfel încît prin concentrarea liniilor de forță magnetice ale undelor radio sînt mai sensibile la cîmpul electromagnetic. Înălțimea efectivă a antenei pe ferită este:

$$h_e = \frac{2\pi nS}{\lambda}\mu$$

unde μ depinde de raportul l/d.

Plasarea bobinei se face la distanța 1/4 de la capătul barei de ferită pentru a avea o bună eficacitate.

Antena în formă de dipol (fig. 6,d) este folosită pentru undele ultrascurte, fiind necesară orientarea ei pe direcția postului emițător.

Semnalul de radiofrecvență (RF) modulat cu semnalul de AF nu ar putea fi auzit dacă nu ar fi detectat (demodulat), prin intermediul diodei de detecție D. Semnalul de RF parazitar este condus la pămînt prin condensatorul de 4 700 pF, iar cel de AF este transformat de cască în sunet.

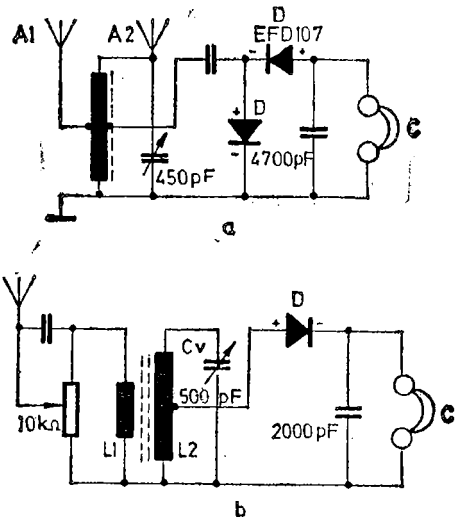


Fig. 7. Variante de scheme cu simplă detecție; *a* — detecție cu două diode; *b* — receptor cu reglarea sensibilității și selectivității.

Montajul din figura 7, a conține două diode cu germaniu, pentru dublarea tensiunii de *RF*, prin detectarea ambelor alternanțe ceea ce conduce la însmarea lui și la creșterea intensității audiției.

Conectarea diodelor se va face ținînd cont de polaritatea indicată pe schemă. De asemenea, se va constata că dacă antena este mai scurtă, recepția optimă se va face pe borna A_1, iar o antenă normală la mediana A_2. Datele și valorile pieselor sînt aceleași ca la montajul din figura 5,e, diodele fiind de tipul EFD 107.

Receptorul cu reglarea sensibilității și selectivității prezentat în schema din figura 7,b, conține în plus, față de schemele anterioare, un potențiometru de 10 kΩ, pentru alegerea prizei optime a circuitului de intrare L_1 care se cuplează cu circuitul de acord compus din L_2 și CV. Avantajul sistemului constă în faptul că este independent de frecvență, cu potențiometrul putîndu-se regla comod sensibilitatea, selectivitatea și intensitatea recepției. Montajul merită a fi experimentat în vederea constatării unor performanțe realizate doar de radioreceptoarele superheterodină.

Radioreceptor cu amplificare directă (OV1)

Dacă la oricare din radioreceptoarele simple cu detecție se adaugă un etaj amplificator în locul căștii, se poate obține în principal o mărire a puterii semnalului și deci o îmbunătățire a calității recepției. Construcția unui astfel de receptor se poate face după schema din figura 8,b. Acesta amplifică de cîteva sute de ori energia captată de antenă, avînd un consum foarte mic.

Pentru o realizare practică, rapidă și comodă, atît a montajului de față, cît și a celor ce urmează să fie experimentate, se va folosi o placă șah din pertinax, textolit, stiplex sau plexiglas de dimensiunile indicate în figura 9.

Șasiul prezintă o serie de avantaje pentru amatorii dornici să ia cunoștință, înainte de a trece la depanare, de mecanismul recepției undelor electromagnetice și să sesizeze anumite fenomene caracteristice acestor aparate.

De altfel, scopul descrierii, la început, a cîtorva montaje de radioreceptoare simple, constituie o introducere la schemele mai complicate ale superheterodinelor.

Conectarea pieselor și a firelor de legătură pe placa șah (fig. 9,a) se execută cu borne confecționate (agrafe, cose, banane etc.), care se introduc în găurile date în placă (fig. 9, b) sau prin lipirea terminalelor pieselor.

Radioreceptorul din schema 8,b cuprinde și un etaj de amplificare cu tranzistorul T, tip *pnp* de mică putere (EFT 317, EFT 319, EFT 323, P 401, AF 139 etc.). Căștile cu impedanță mare, 1000...2000 Ω, sînt cuplate în circuitul colectorului.

Curentul de AF, relativ slab, obținut la ieșirea detectorului D, intră în circuitul bază-emitor al tranzistorului de unde iese amplificat, făcînd să vibreze membrana unei căști.

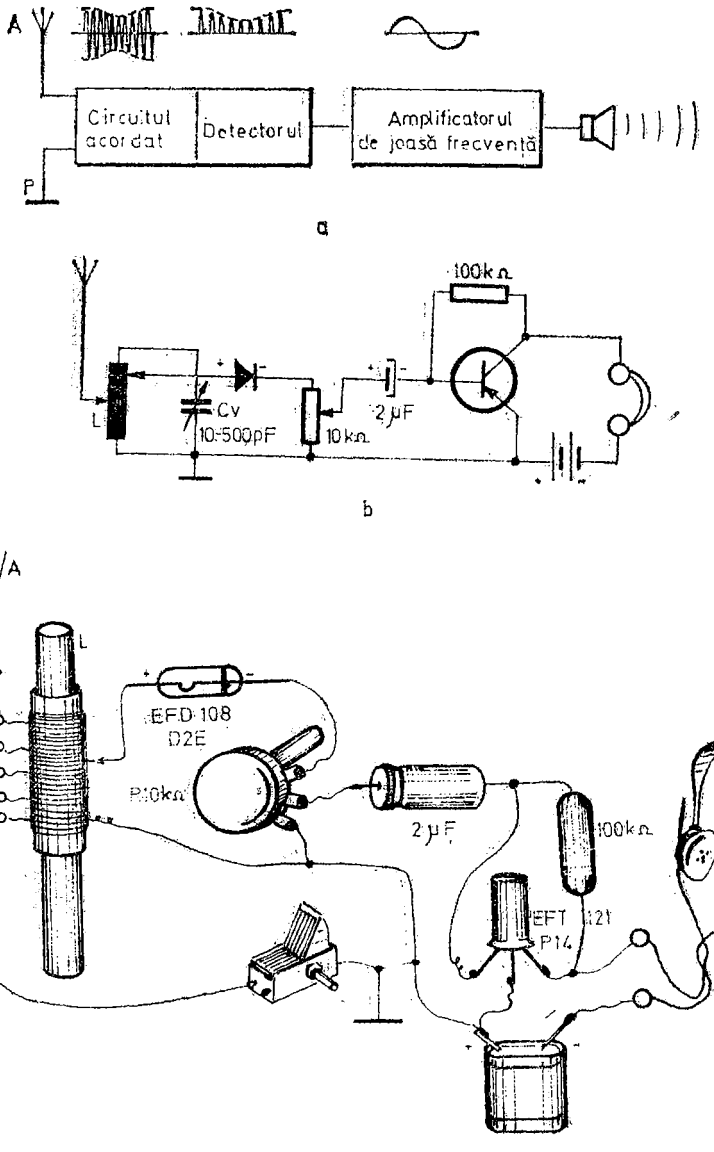
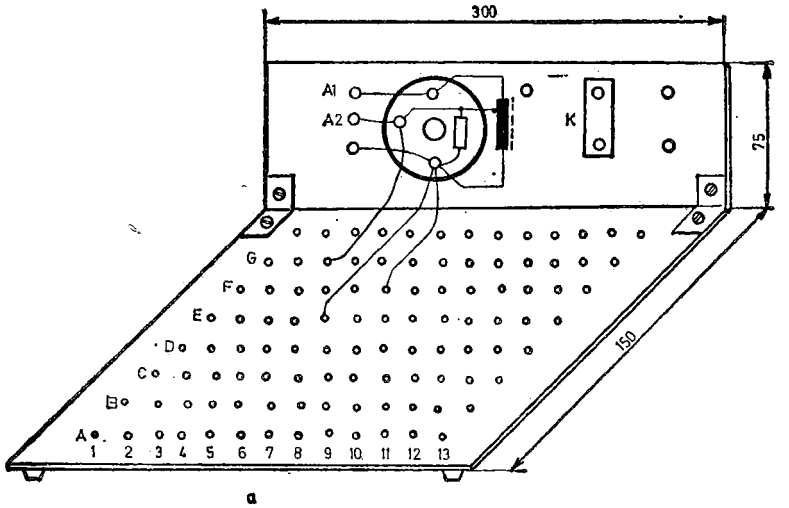


Fig. 8. Radioreceptor cu amplificare directă: *a* — schema bloc; *b* — schema de principiu; *c* — schița de montaj.

Bobina poate fi construită fie ca la montajul din figura 5. c, dar cu priza la spirele 15, 35, 50, 70, 80, lucrînd pe priza cu audiție optimă, fie pe miez de ferocart variabil după indicațiile ce vor fi date la montajele următoare.



a

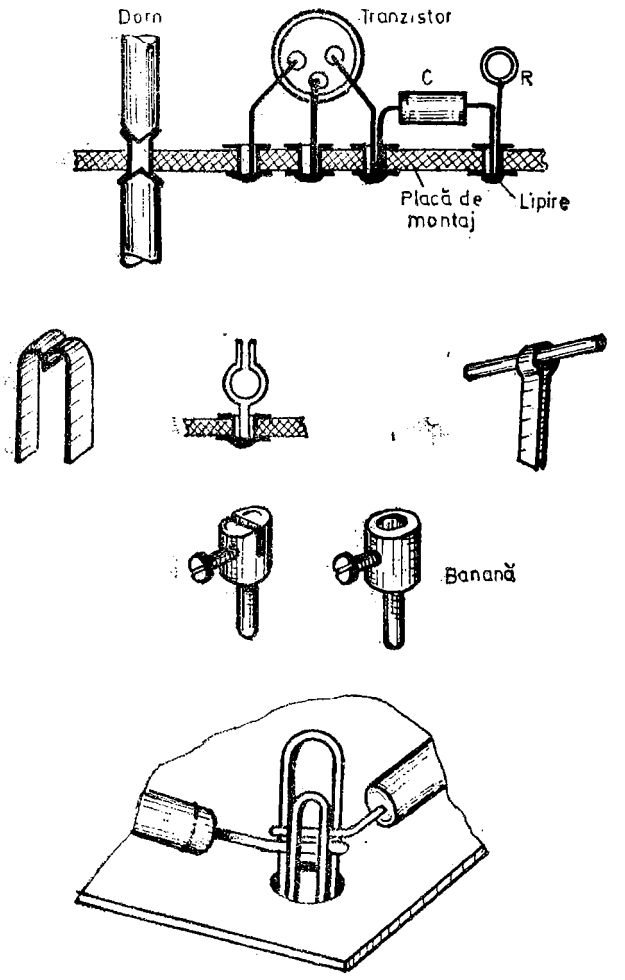
Fig. 9. *a*. Placă—șah pentru montaje experimentale.

Este necesar să fie precizate unele particularități privind modul de conectare a diodei, în special pentru cei care nu au aprofundat teoria dispozitivelor semiconductoare.

Se știe că o diodă semiconductoare se obține prin alăturarea a două zone formate din semiconductoare de tip diferit *p* și *n*, ansamblu care permite trecerea curentului doar într-un singur sens, atunci cînd pe acest dispozitiv se aplică o tensiune avînd polaritatea „+" spre zona *p* și „—" spre zona *n*.

Constructiv, diodele semiconductoare pot fi de două feluri: diode cu contact punctiform (fig. 10,a), folosite la detecție și diode cu joncțiune (fig. 10,b), care suportă curenți și tensiuni mai mari ca primele (diode cu siliciu, folosite ca redresoare).

Din punct de vedere al substanței semiconductoare folosite în construcția diodelor, se disting: diode cu germaniu, diode cu siliciu și elementele redresoare cu seleniu sau cuproxid.



b.

Fig. 9. *b*. Elemente de prindere în locul coselor.

Cel mai răspîndit tip de diodă este cea cu joncțiuni **planare** (aliată).

Pe scheme, diodele semiconductoare se reprezintă cu simbolul din figura 10,c. Vîrful triunghiului reprezintă sensul în

care circulă curentul (sensul de conducție convențional) atunci cînd dioda este polarizată direct, cu polaritate pozitivă pe anod (fig. 10,d). Triunghiul simbolizează anodul (+), iar linia din vîrf catodul (—).

Este de remarcat că în schema receptoarelor (fig. 8) dioda *D* se montează cu cristalul către baza triunghiului,

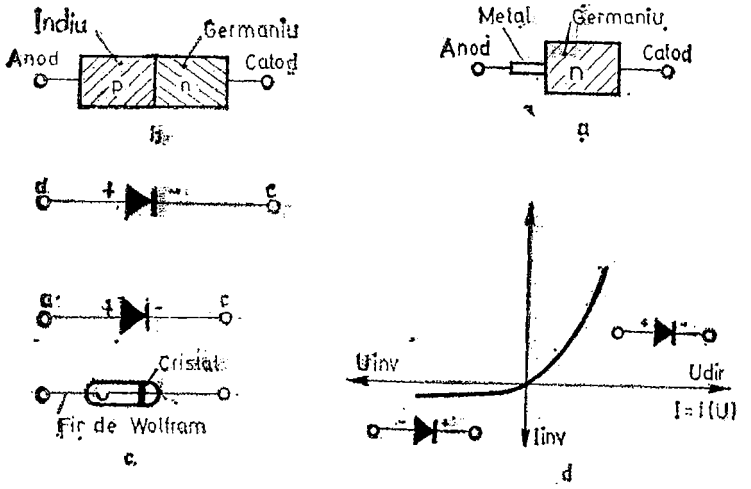


Fig. 10. Diode semiconductoare: *a* — diodă cu contact punctiform; *b* — diodă cu joncțiune; *c* — simboluri; *d* — caracteristica curent-tensiune.

ținînd seama de sensul de conducție al acesteia. Ficcare diodă are marcat pe electrozi (anodul și catodul) semnele „+" și „—".

Indiferent de tipul diodei, aceasta se montează astfel încît plusul să fie către baza tranzistorului (vîrful triunghiului fiind îndreptat în sensul de conducție).

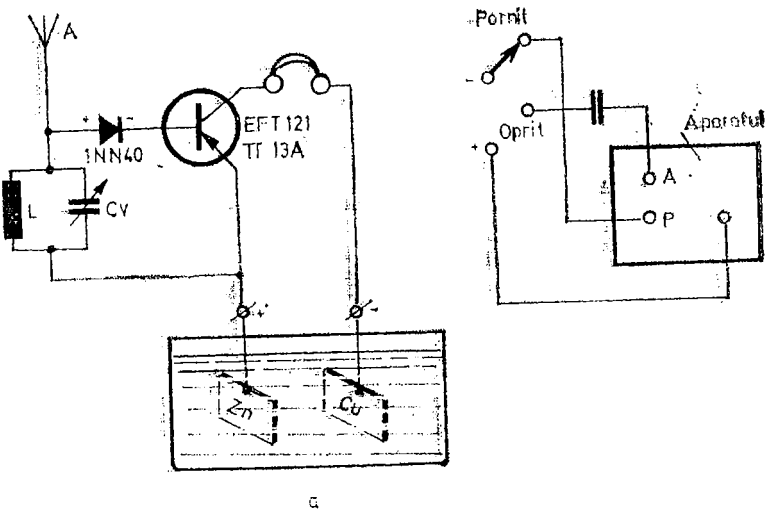
În cazul unei montări greșite a diodei, aparatul va funcționa slab cu sunete distorsionate, deoarece alimentarea (polarizarea) bazei tranzistorului se face cu polaritatea pozitivă.

Radioreceptor cu alimentare de la priza de pămînt

Pornind de la schema precedentă se poate realiza o variantă a unui receptor cu amplificare directă, alimentat cu

tensiuni mici, obținute dintr-un element galvanic care are drept electrolit și depolarizant — pămîntul. Un astfel de element furnizează o tensiune de 0,6...1 V și poate funcționa, fără întreținere, peste 6 luni de zile. Electrodul pozitiv poate fi cărbunele de retortă de la bateriile telefonice de tip mare sau cuprul, iar electrodul pozitiv — zincul. Ambii electrozi, fiecare de dimensiunea 170 × 200 mm, se îngroapă în pământ umed (eventual în pivniță), avînd grijă ca legăturile să fie sudate cu cositor.

Schema receptorului este simplă, spre a nu avea pierderi de energie (fig. 11,a). Piesele vor fi aceleași ca la montajul precedent. Cu un asemenea receptor se pot asculta posturile locale în cască, iar noaptea se pot auzi și alte posturi apropiate.



a b

Fig. 11. Radioreceptor alimentat prin priza de pămînt: *a* — schema de principiu; *b* — modul de întrerupere a alimentării.

Acest mod de alimentare poate fi aplicat și la radioreceptoare cu 2...3 tranzistoare, nivelul audiției crescînd, ceea ce permite folosirea unui difuzor. Menționăm că se recomandă folosirea unui comutator-întrerupător de întreruperea curentului și legarea antenei la pămînt pentru protecția necesară în cazul descărcărilor atmosferice (fig. 11,b).

Radioreceptoare cu amplificare directă cu două tranzistoare (OV2)

Cu receptorul realizat după schema de principiu din figura 12 se poate obține o recepție puternică în cască și mulțumitoare în difuzor, datorită faptului că i s-a mai adăugat un etaj preamplificator de AF înaintea etajului final.

Funcționarea montajului este ușor de înțeles. Semnalul captat de antenă este selectat cu circuitul acordat L_1—C_v, după care este detectat de dioda cu germaniu D și aplicat apoi prin condensatorul C_3 bazei tranzistorului T_1. Amplificarea semnalului de AF se face mai întîi de către

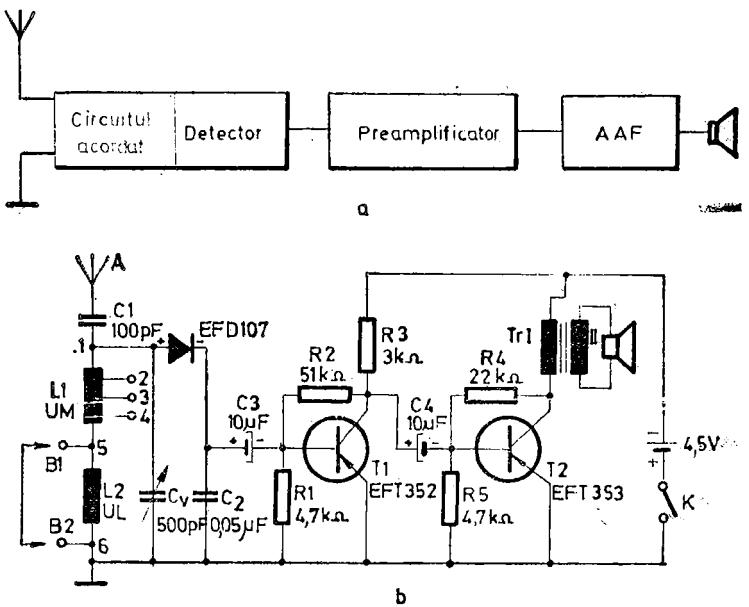


Fig. 12. Schema unui receptor cu două tranzistoare: *a* — schema bloc; *b* — schema electrică.

tranzistorul T_1 urmînd o nouă amplificare în etajul final cu tranzistorul T_2. Condensatoarele C_3 și C_4 sînt de cuplaj între etaje. Sarcina tranzistorului T_2 o constituie transformatorul de ieșire Tr, la al cărui secundar se află conectat difuzorul.

Rezistoarele R_1 și R_2 asigură polarizarea bazei tranzistorului T_1, iar rezistoarele R_4 și R_5 îndeplinesc aceeași funcție pentru tranzistorul T_2. Valoarea acestor rezistoare depinde de tranzistorul folosit. Din această cauză pentru a obține o audiție de tărie și fidelitate optime se vor face încercări cu rezistoare care diferă față de valorile indicate pe schemă cu ±30%, pentru stabilirea corectă a punctului de funcționare a tranzistorului.

Construcția receptorului, care este conceput să funcționeze pe unde lungi și unde medii se începe cu confecționarea bobinelor fie pe carcase de prespan sau material plastic după datele indicate la montajele anterioare, fie pe carcase cu miez magnetic, cum se va specifica în montajele ce urmează. Pentru UM se scurtcircuitează bobina L_2.

Transformatorul de ieșire Tr este de tipul celor folosite la difuzoarele de radioficare (este admisă o impedanță 2...8Ω) sau poate fi construit pe un miez de fier-siliciu avînd secțiune de 0,5 cm²; înfășurarea primară I are 1000 spire din sîrmă de Cu Em cu diametrul 0,15 mm, iar secundarul II cu 80... 100 spire din sîrmă Cu Em, de 0,3 mm.

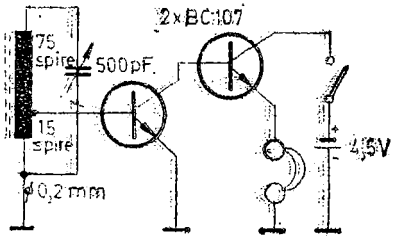
Radioreceptor cu amplificare directă sensibil

În figura 13, a este prezentat un aparat cu o schemă simplificată, care nu necesită prea multe explicații. În schema din figura 13, b, semnalul detectat atacă direct, fără condensator de cuplaj, baza tranzistorului T_1, ceea ce face montajul mai sensibil. Reglajul amplificării se efectuează cu potențiometrul de 2 kΩ montat în emitorul tranzistorului T_1, iar difuzorul în emitorul tranzistorului T_2.

Bobina este montată fie pe o carcasă cu miez magnetic fie pe o bară de ferită lungă de 120 mm. În primul caz, se vor înfășura între șanțurile carcasei 56 de spire (circa 4 metri de liță de radiofrecvență), iar pentru unde lungi se bobinează 132 spire (cîte 33 spire în fiecare compartiment) din sîrmă de 0,2... 0,7 mm diametru, izolată cu bumbac sau cu mătase. Nu se recomandă sîrmă izolată numai cu email, deoarece slăbește audiția.

Dezizolarea liței de înaltă frecvență de email, pentru a fi ușor lipită la terminale se face fie la flacăra unei lămpi cu spirt, fie cu ciocanul de lipit, pe o pastilă de aspirină, pînă ce se curăță emailul, după care se poate cositori capătul, pentru a prinde în mănunchi toate firicelele de cupru.

În lipsa carcasei, bobina se poate înfășura pe o bară de ferită, după ce i s-a aplicat un manșon de carton subțire lung de 5...6 cm. Pentru unde medii sînt necesare 90 de spire, cu priza la spira 10 de la masă (2—3, fig. 13,b), iar pentru unde



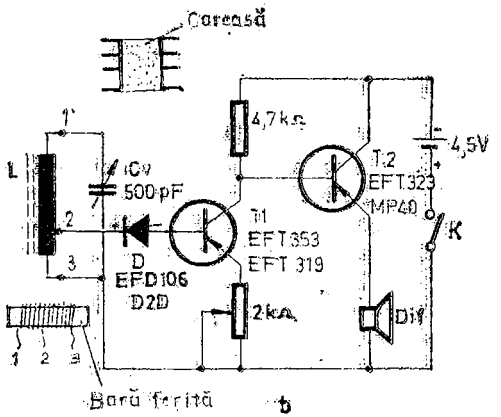


Fig. 13. Schema de principiu a unui receptor simplificat cu două tranzistoare: *a* — montaj simplu; *b* — montaj cu diodă.

lungi — 230 de spire cu priză la spira 20. Sîrma va fi de același fel cu cea specificată mai înainte.

Montajul de mai sus este foarte sensibil la audiția în cască și satisfăcător în cazul montării unui difuzor.

Radioreceptor cu amplificare directă cu trei tranzistoare (1V2)

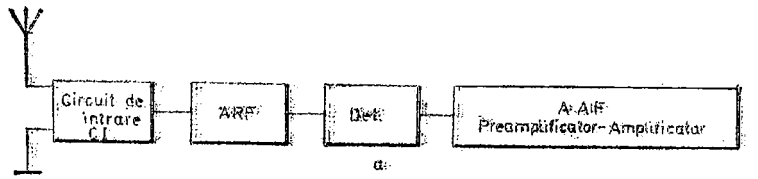
Aparatul din figura 14 are în plus, față de montajele anterioare, un etaj amplificator de radiofrecvență. Recepția se poate face fie cu o antenă exterioară (A_1), fie cu o antenă cu

ferită (A_2). Caracteristic este circuitul de intrare, la care acordul pe frecvența postului recepționat se relizează cu circuitul oscilant LC_v cuplat inductiv cu bobina L_c care transmite oscilațiile pe baza tranzistorului T_1. Circuitul LC_v nu este cuplat direct în circuitul bazei T_1, ci prin intermediul bobinelor cuplate L și L_c, montaj care conferă o bună selectivitate, ceea ce nu se poate obține cu montajul din figura 13.

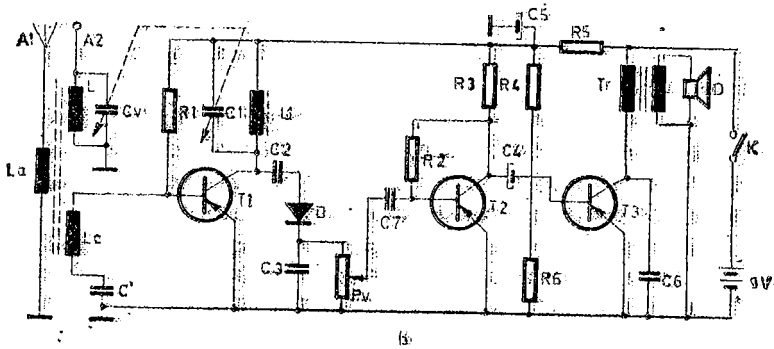
Semnalul postului selectat prin circuitul LC_v este aplicat între baza și emitorul tranzistorului T_1, a cărui polarizare se face prin rezistorul R_1.

La bornele circuitului oscilant L_1C_1, care formează sarcina etajului ARF se va obține semnalul MA amplificat de primul tranzistor T_1. Circuitele LC_v și L_1C_1 au rotoarele condensatoarelor C_v și C_1 pe același ax, lucrînd astfel în regim de rezotanță, ceea ce conduce la o amplificare maximă pentru RF.

Semnalul este transmis prin condensatorul C_2 grupului detector de amplitudine D, C_3, și P_v și aplicat prin condensatorul de cuplaj C_7 pe baza tranzistorului T_2, din etajul pre-



a



b

Fig. 14. Radioreceptor cu amplificare directă. *a* — schema bloc; *b* — schema de principiu.

amplificator de AF. Reglajul de amplificare este realizat prin potențiometrul P_v, polarizarea bazei lui T_2 se face prin R_2, iar sarcina etajului o constituie rezistorul R_3.

Semnalul audio cules din colectorul lui T_2 se aplică prin condensatorul de separație C_4 etajului final, pe baza lui T_3, care este polarizată prin rezistoarele R_4 și R_6. Grupul de filtrare R_5C_5, decuplează acest etaj de precedentele, evitînd eventualele reacții pozitive care produc oscilații nedorite traduse prin fluierături în receptor. Condensatorul C_6 elimină componentele de *RF* sosite pe diferite căi la etajul final. Transformatorul *Tr* constituie sarcina etajului final și adaptează impedanța difuzorului la cea de ieșire a eajului final pentru un transfer optim de putere către traductorul de sunet.

Pe baza celor expuse pînă aici, cît și a îndemînării căpătate, se recomandă cititorilor să treacă pe schema din figura 14 valorile aproximative ale pieselor montajului din cele observate la schemele precedente și eventual să încerce construirea radioreceptorului. Aceasta constituie o bună practică înainte de a trece la receptoarele superheterodină.

Radioreceptoare cu reacție, reflex și superreacție

Rămînînd în domeniul receptoarelor simple cu 1...2 tranzistoare, vor mai fi prezentate cîteva scheme, a căror construcție este ceva mai dificilă, deoarece intervin circuite de reacție sau de amplificare în radiofrecvență, ale căror legături trebuie să fie cît mai scurte și fără paralelisme. Prin nerespectarea acestor recomandări se pot produce reacții nedorite traduse prin audiții perturbate și fluierături, întocmai cum se produce efectul de microfonie între un difuzor și un microfon așezate față în față.

Prin schemele ce urmează, radioamatorii se vor familiariza cu unele fenomene electronice, întîlnite în mai toate radioreceptoarele defecte, ceea ce va constitui un bun exercițiu teoretic și tehnic pentru un constructor și depanator radio.

Radioreceptor cu reacție. Acesta este superior montajelor simple prezentate anterior, în cazul construcțiilor miniaturale, cum sînt receptoarele de buzunar. Prin reacția pozitivă se înțelege aplicarea unei fracțiuni din tensiunea de la ieșirea unui amplificator la intrarea lui, fapt care duce la creșterea sensibilității și selectivității receptorului. Cele două tensiuni

(de intrare și de reacție) sînt aplicate pe elementul de comandă (baza) în fază, astfel încît ele se însumează. Dacă însă tensiunea de reacție depășește o anumită valoare limită (printr-un cuplaj prea strîns), circuitele „acroșează", amplificatorul se transformă în oscilator, generînd oscilații perturbatoare pentru receptorul respectiv, cît și pentru celelalte receptoare apropiate.

Reacția este pozitivă cînd semnalul de reacție este în fază cu semnalul de intrare (deci îl întărește pe acesta) și negativă cînd cele două semnale sînt în antifază (deci îl slăbește).

Iată un exemplu de asemenea montaj cu un tranzistor (fig. 15) care lucrează ca etaj detector-amplificator cu reacție pozitivă. Receptorul poate funcționa bine în gama undelor medii, folosind o antenă exterioară. Bobina se realizează pe o bară de ferită cu diametrul de 8... 10 mm, lungă de 120 mm,

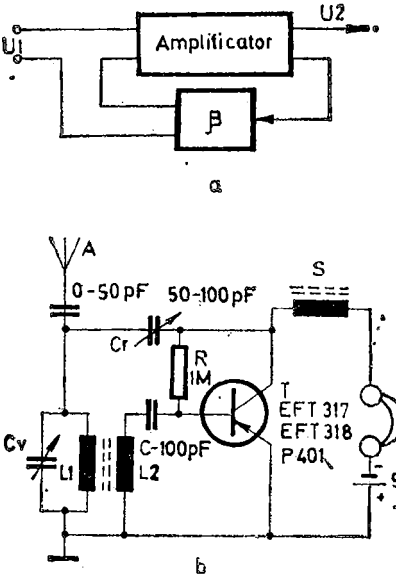


Fig. 15. Radioreceptor cu reacție, monotranzistor: *a* — schema bloc; *b* — schema de principiu.

avînd circuitul de acord L_1 construit din 65 de spire (cupru emailat de 0,2 mm) bobinat spiră lîngă spiră, iar L_2 are 6 spire din aceeași sîrmă. Bobina de șoc, care nu permite radiofrecvenței nedetectate să intre în cască se realizează înfășu-

rind pe o carcasă de ferocart 300 de spire de sîrmă de cupru emailat cu diametrul de 0,1 mm. Cîteva particularități ale montajelor cu reacție:

— radioreceptoarele cu reacție pot lucra în orice gamă de unde;

— în apropierea pragului de autooscilație, radioreceptorul devine instabil, fapt care conduce la necesitatea reglajului și supravegherii permanente;

— la apariția autooscilației în etajul demodulator cu reacție, radioreceptorul devine emițător și conturbă buna funcționare a radioreceptoarelor apropiate;

— radioreceptoarele cu reacție pot recepționa atît posturi cu MA, cît și posturi cu MF;

— selectivitatea aparatului depinde aproape exclusiv de nivelul de reacție.

Funcționarea este următoarea: tensiunea de reacție (o parte din radiofrecvența nedetectată) culeasă din colectorul tranzistorului, după amplificare este trimisă înapoi în L_1, fie printr-o bobină de reacție, fie ca în cazul de față, printr-un

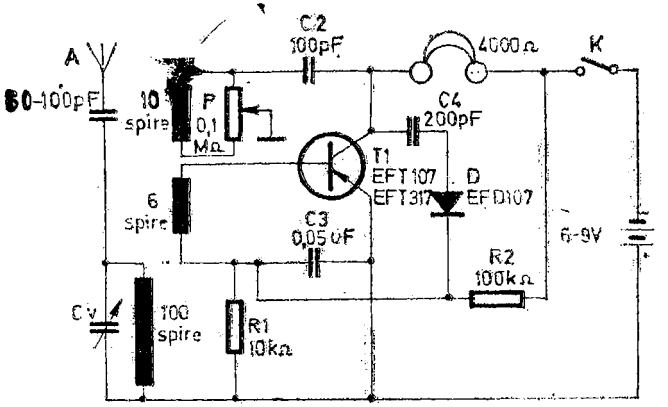


Fig. 16. Radioreceptor cu reacție monotranzistor și detector.

condensator de reacție variabil C_v legat la capătul cald al bobinei. În lipsa unui condensator variabil de 100 pF, se poate folosi unul variabil, de 500 pF legat în serie cu un condensator fix de 100 pF, capacitatea realizată fiind adecvată scopului. Acest condensator se va roti pînă la poziția unde audiția devine maximă, fără fluierături.

La acest receptor se poate utiliza și o antenă cu ferită în loc de antenă exterioară, pentru recepționarea posturilor locale. Pentru o mai bună calitate se poate adăuga o bobină de cuplaj cu antena.

Varianta radioreceptorului cu reacție, prezentată în figura 16, conține o diodă semiconductoare și un tranzistor funcționînd după același principiu clasic, numai dozarea reacției se efectuează cu potențiometrul P în loc de condensator variabil.

Radioreceptor reflex. Tipul de receptor reflex a căpătat o mare răspîndire atît în rîndul amatorilor, cît și în aparatele industriale datorită randamentului său sporit. Pornind de la un montaj cu reacție, în principiu, sistemul reflex constă în folosirea aceluiași tranzistor (de RF) atît ca amplificator de RF, cît și de AF, utilizînd o dublă detecție cu dublare de tensiune efectuată de două diode semiconductoare cu germaniu identice (fig. 17).

Această metodă conduce la economie de materiale precum și la obținerea unui montaj cu calități superioare, sub un volum mic. Amplificarea este totuși mai mică la montajul reflex decît la cel cu două etaje de amplificare obișnuit.

La construcție se poate utiliza orice tip de tranzistor de RF și orice tip de diodă cu germaniu.

Reglajul reacției pînă la pragul de oscilație se efectuează cu un potențiometru. Valoarea rezistenței de polarizare a bazei (100 Ω) nu este critică, ci se va găsi prin încercări.

În ansamblu, funcționarea este următoarea: semnalul de RF cules de antena A sau de bobinajul pe ferită ajunge la circuitul acordat L_1C_v și este aplicat pe baza tranzistorului prin C_1. Din colector, semnalul de RF amplificat este oprit de către bobina de șoc de RF și R_2 să treacă prin cască, astfel încît ambele alternanțe sînt detectate de cele două diode D_1 și D_2 și aplicate din nou ca semnal de AF pe baza tranzistorului care îl amplifică. Semnalul de AF amplificat poate străbate acum bobina de șoc de RF și trece în cască, audiția fiind astfel mai puternică.

Concomitent cu cele expuse mai sus, radiofrecvența din colectorul tranzistorului rămasă nedetectată este „întoarsă" și aplicată în fază cu semnalul din antenă pe baza tranzistorului, prin fenomenul de reacție pozitivă, al cărei dozaj se

efectuează cu potențiometrul de 0,5 M Ω sau cu un condensator variabil cu mică de 100... 300 pF.

Condensatorul de 10 μF constituie o cale de scurgere a radiofrecvenței, care eventual a scăpat spre cască și ar putea perturba audiția.

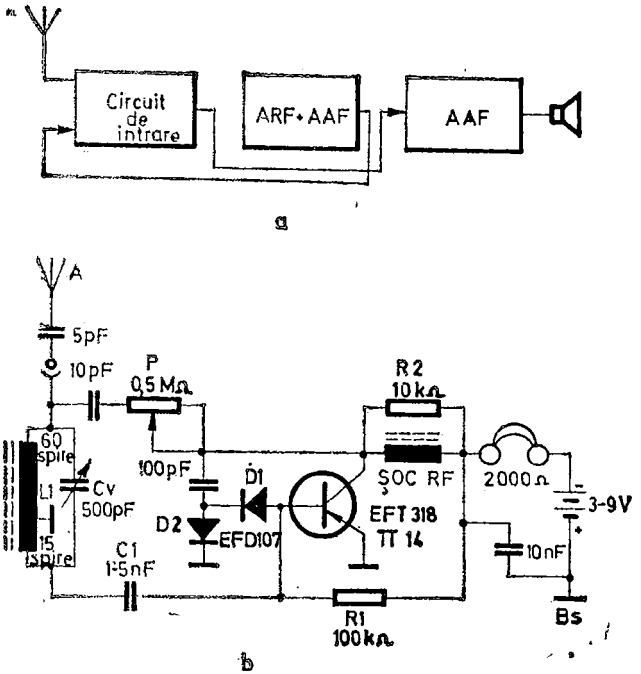


Fig. 17. Montaj de radioreceptor reflex cu dublare de tensiune: *a* — schema bloc; *b* — schema de principiu.

Bobina de acord și bobina de șoc se construiesc după indicațiile date la montajele anterioare.

Se menționează că există numeroase variante de montaje reflex cu 1,2,3 și 4 tranzistoare bazate pe același principiu clasic, dintre care vom prezenta un exemplu simplu de radioreceptor reflex cu 2 tranzistoare și o diodă, avînd o sensibilitate crescută încît se poate folosi un difuzor (vezi fig. 18). Cu o antenă exterioară, numărul posturilor recepționate devine mai mare.

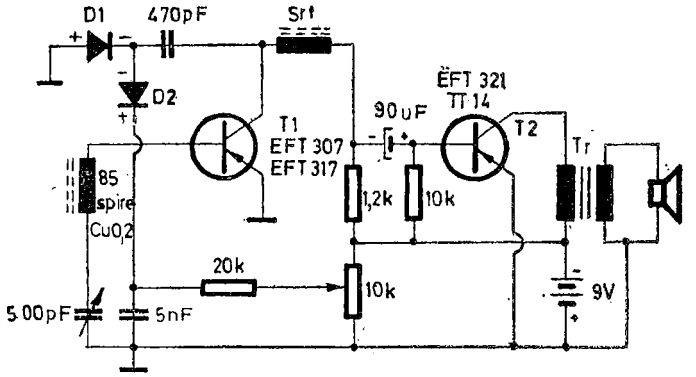


Fig. 18. Schema montajului reflex cu două tranzistoare.

Radioreceptoare cu superreacție pentru UUS

Sînt aparatele preferate de către radioamatori, deoarece permit realizarea unor performanțe surprinzătoare cu un număr mic de piese. Astfel, programele transmise în banda undelor ultrascurte pot fi recepționate cu un montaj simplu, cum este cel din figura 19. Cei ce doresc o audiție mai puternică pot monta în locul căștilor un etaj amplificator și un difuzor.

Bobina se realizează pe o carcasă de material plastic cu diametrul de 6 mm; L_1 are 9 spire așezate spiră lîngă spiră, iar L_2 are 2,5 spire. Distanță între L_1 și L_2 este de 0,5 mm. Ambele bobine se fac din sîrmă de cupru cu diametrul de 0,8 mm. Șocurile S_1, S_2 și S_3 se realizează pe carcase diferite din sîrmă de cupru cu diametrul de 0,6 mm.

Prin modificarea tensiunii de polarizare a bazei tranzistorului, cu ajutorul potențiometrului de 2 MΩ se variază nivelul reacției dincolo de limita obișnuită, în apropierea pragului de acroșaj, pînă ce apar oscilații superaudibile care amplifică semnalul și deci se întărește audiția. Pentru a varia această tensiune cu o frecvență supraaudibilă se utilizează un oscilator local.

Schema bloc a unui etaj demodulator cu superreacție (fig. 19, b) este compusă dintr-un demodulator cu reacție și un oscilator local de frecvență supraaudibilă (>20 kHz).

Radioreceptorul cu superreacție poate demodula semnalele cu MF (300 kHz) din banda de UUS. Pe acest principiu se construiesc radioreceptoare speciale pentru gama UUS cu superreacție sau adaptoare UUS compuse dintr-un

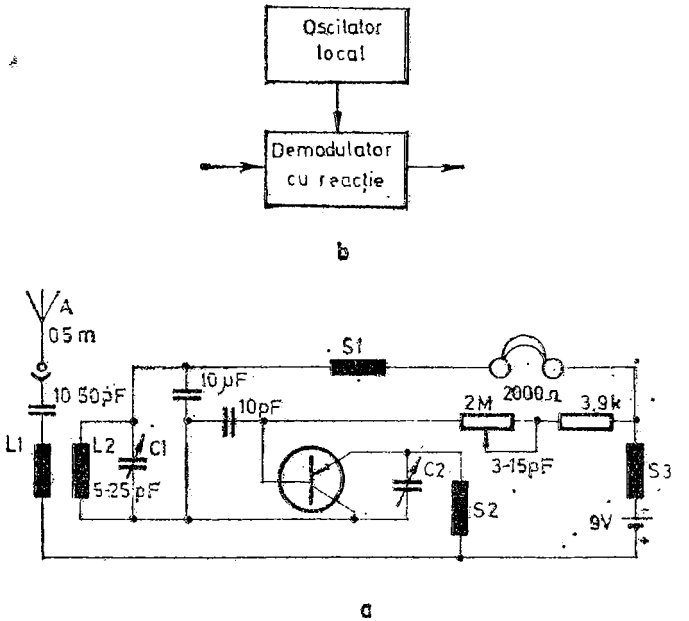


Fig. 19. Schema montajului unui receptor de UUS cu superreacție: *a* — schema de principiu; *b* — schema bloc.

etaj de RF și un etaj demodulator cu superreacție, etajele de AF fiind cele ale receptorului la care se cuplează adaptorul.

3. Radioreceptoare cu schimbare de frecvență MA

Motivat de faptul că toate tipurile de radioreceptoare descrise mai sus, deși simple, nu au performanțele cerute unui radioreceptor de calitate, performanțe care nu trebuie să depindă de elementele exterioare (gama de undă, frecvența

purtătoare, nivelul semnalului etc.), ci numai de elementele lui componente, s-a trecut la construcția radioreceptoarelor cu schimbarea de frecvență (SF), pentru ca aceasta să fie cît mai stabilă în timp.

Schimbarea frecvenței semnalului captat de antenă f_s se face prin amestecul acesteia cu un semnal de o frecvență superioară sau inferioară f_0, generată de un oscilator local (OL) conținut de receptor. În general, după amestecul celor două frecvențe într-un etaj numit "schimbător de frecvență" sau „mixer", prin fenomenul de bătaie (heterodinare) se scade f_s din f_0 și rezultă o frecvență intermediară f_i, sau media frecvență, care este mai departe amplificată, detectată în AF și din nou amplificată pentru a putea acționa membrana difuzorului.

Un exemplu va lămuri mai bine mecanismul schimbării de frecvență.

Dacă prin circuitul de acord se recepționează un post al cărui semnal are $f_s = 600$ kHz (fig. 20), iar oscilatorul local generează frecvența de 1070 kHz, rezultă o frecvență intermediară de 470 kHz ($f_0 - f_s = f_i$).

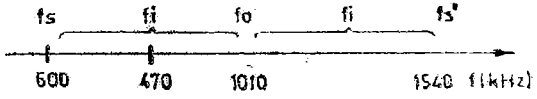


Fig. 20. Poziția frecvenței intermediare și a frecvenței imagine.

Se menționează că f_i, folosită practic în schimbătorul de frecvență (SF) din radioreceptoare, este de 450 ... 480 kHz pentru oscilațiile MA și de 4,5 ... 12 MHz pentru oscilațiile MF.

În afara semnalului f_s analizat, poate exista și semnalul de frecvență f_s' mai mare ca frecvența oscilatorului f_0, cu valoarea frecvenței intermediare f_i, adică

$$f_i = f_s' - f_i \quad \text{de unde} \quad f_s' = f_0 + f_i \quad \text{dar}$$
$$f_0 = f_i + f_s \quad \text{și deci} \quad f_s' = f_s + 2f_i$$

Această relație se poate urmări ușor pe figura 20. Se observă că f_s și f_s' au o poziție simetrică față de f_0, fapt ce justifică denumirea de semnal imagine (oglindă) sau de frecvență

imagine, dată semnalului f_s. Practic, același post este recepționat în două locuri diferite pe scală (în exemplul dat pe 600 kHz și pe 1540 kHz).

Înlăturarea semnalului de frecvență imagine revine circuitului de intrare, printr-un filtru de bandă selectiv, care să lase să treacă doar frecvența de semnal f_s, atenuînd suficient f_s.

Cum schimbarea de frecvență mai poartă numele de *heterodinare*, în cazul cînd f_s este mai mică decît f_0, modul de lucru este numit *supradină*, și în mod impropriu, *superheterodină* (denumire comercială).

În cazul cind $f_s > f_0$, modul de lucru se numește *infradină*, care de fapt nu se mai utilizează decît în cazuri speciale, deoarece conduce la îngustarea gamei recepționate.

După aceste cîteva considerații teoretice se va trece la analizarea unei scheme bloc a receptoarelor cu schimbare de frecvență (fig. 21).

Din multitudinea de semnale captate de antenă în circuitul de intrare este selectat doar semnalul avînd frecvența postului dorit, care pătrunde în etajul schimbătorului de frecvență *SF*, la care se aplică și semnalul generat de oscilatorul local de frecvență f_0. Ca rezultat al heterodinării, la ieșire rezultă o serie de componente printre care și semnalul avînd frecvența, $f_0 - f_s$, denumită frecvența intermediară FI. Semnalul de FI după ce este mai întîi amplificat în unul sau mai multe etaje de AFI este apoi demodulat (detectat), dispărînd frecvența purtătoare și rămînînd doar semnalul de audiofrecvență *AF* captat de microfonul postului de emisie. Semnalul de audiofrecvență, cules prin intermediul unui potențiometru la volumul dorit este aplicat unui etaj preamplificator de AF, după care urmează un etaj final de putere, de obicei în contratimp. Audiția se face într-un difuzor adaptat puterii etajului final.

Schema superheterodinei clasice este echipată cu o serie de circuite și sisteme de reglaj automat (RAA, RAF, RAS, LA etc.), despre care se va vorbi mai detaliat în alt capitol. De altfel, se poate construi o superheterodină numai cu unul, două, trei sau patru tranzistoare, dar cu un randament scăzut. Un radioreceptor superheterodină clasic are cel puțin 7 tranzistoare.

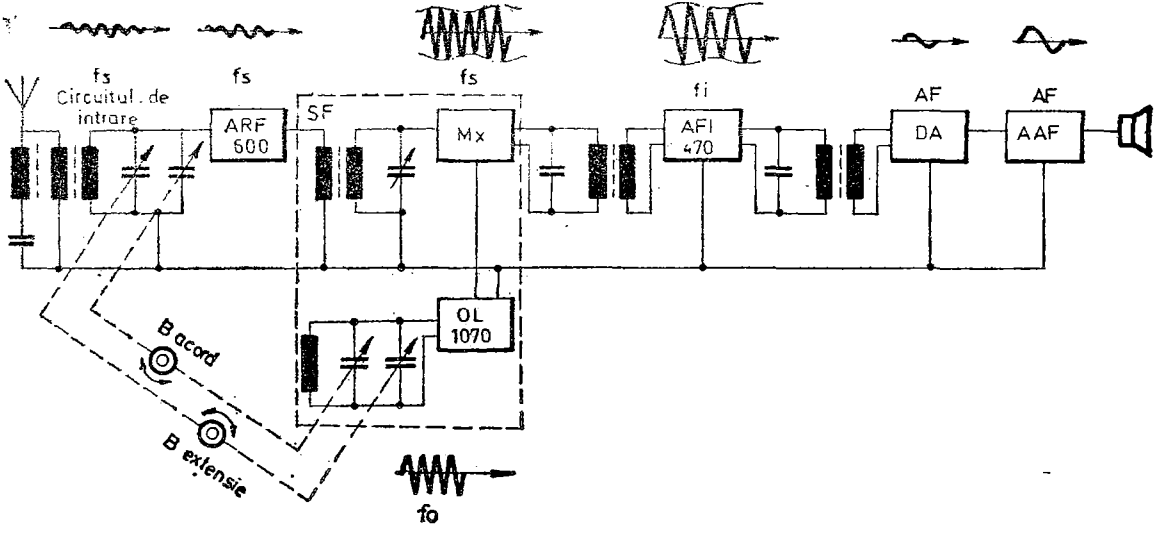


Fig. 21. Schema bloc a unui radioreceptor clasic cu schimbare de frecvență MA.

4. Radioreceptoare combinate MA — MF

Radioreceptoarele moderne trebuie să fie capabile însă să funcționeze atît pe gamele de UL, UM și US, în care caz stațiile de emisie utilizează MA, cît și în gama de UUS, care folosește, de obicei, MF. Spre a nu fi necesar să se utilizeze două aparate, unul pentru MA și altul pentru MF, din motive de economie, schema bloc a radioreceptoarelor de clasă MA—MF mai este complexă (fig. 22).

Dacă radioreceptorul funcționează cu MA, semnalul este cules prin antena *A* de unde se aplică circuitelor de intrare CI și apoi în ARF—MA, ajungînd la comutatorul K_1, care trebuie să fie pe poziția 2. Comutatorul *K* asigură deblocarea oscilatorului OL și semnalul își schimbă frecvența în etajul mixer MX—MA în frecvența intermediară FI de 455 kHz, frecvența intermediară MF fiind de 10,7 MHz. Semnalul demodulat MA ajunge prin K_2 în AAF, în etajul final și de aici la difuzor.

La trecerea pe recepție MF, semnalul este captat prin antena A_2 (dipol), intră în CI —ARF—MF—MX—MF, de unde se obține FI—MF.

Acest semnal ajunge prin intermediul comutatorului K_1 plasat în poziția 1 în etajul schimbător MA unde, oscilatorul MA fiind blocat, funcționează ca un etaj AFI—MF limitator prin comutatorul *K*. Semnalul FI—MF este aplicat etajului demodulator (datorită filtrelor), de unde prin comutatorul K_2 plasat în poziția 1 ajunge în etajele AAF și final, iar apoi în difuzor.

Receptoarele de tip stereo au un demodulator special stereo, iar etajele AF vor fi dublate. În cazul funcționării „mono", cele două canale AF vor funcționa în paralel. La funcționarea „stereo" fiecare canal audio este conectat la o ieșire specială a demodulatorului stereo.

Există unele receptoare denumite impropriu „stereo", la care demodulatorul stereo poate fi atașat ulterior la canalele de AF.

5. Performanțele și clasificarea radioreceptoarelor

Aprecierea calității unui radioreceptor se face pe baza performanțelor sale acustice și electrice. În general repara-

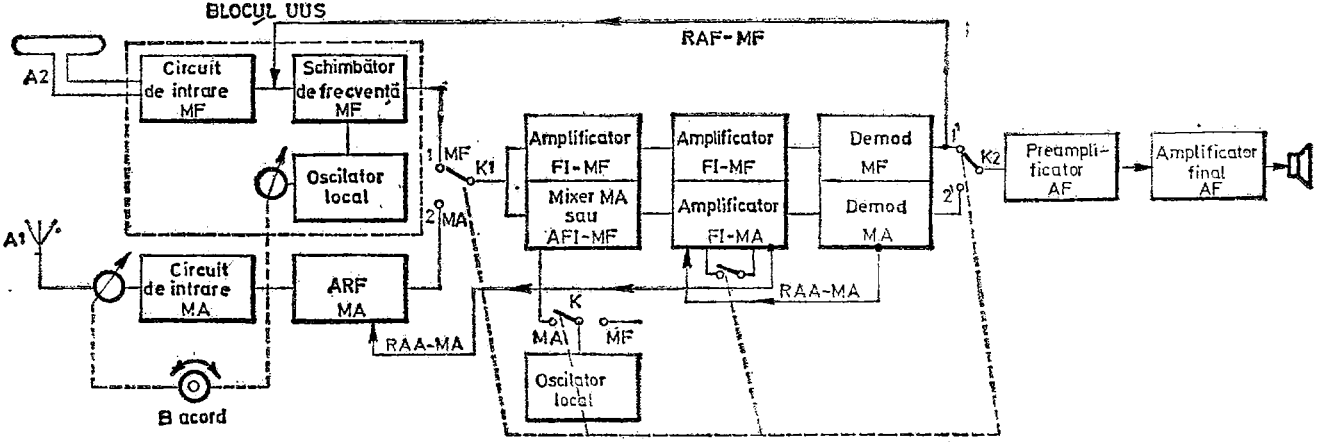


Fig. 22. Schema bloc a unui radioreceptor combinat MA— MF

rea oricărui receptor trebuie să cuprindă verificarea sau măsurarea mărimilor caracteristice ale aparatului, denumite *parametri*, pe baza cărora radioreceptoarele pot fi clasificate și comparate între ele.

După cum se știe, cînd este vorba de depanările făcute de radioamatori, din lipsa lor de practică, de cunoștințe teoretice aprofundate și de aparate de măsurat, aprecierea funcționării unui radioreceptor sau comparația între radioreceptoarele construite de aceștia se face de multe ori după criterii subiective. În consecință, majoritatea radioamatorilor se limitează în timpul depanărilor la căutarea defectului în montaj și eliminarea lui. Desigur că acest mod de lucru nu este cel mai bun, dar este singurul posibil pentru radioamatorii începători. Totuși, pe lîngă localizarea și eliminarea defectului, o veritabilă depanare cuprinde și aducerea radioreceptorului în performanțele lui globale prin metode cît mai simple, la îndemîna oricărui amator. În acest scop trebuie cunoscute unele definiții și caracteristici mai importante.

Caracteristici ale radioreceptoarelor

Puterea de ieșire normală se consideră puterea disipată pe o rezistență neinductivă avînd o valoare egală cu modulul impedanței difuzorului la frecvență de 400 Hz.

Puterea de ieșire maximă utilizată (potrivit standardelor noastre în vigoare) este de 400 mW — pe sarcina echivalentă — pentru o putere de ieșire maximă utilizabilă $\geq$ 1 W, respectiv de 50 mW — pe sarcină echivalentă — pentru o putere de ieșire maximă utilizabilă $<$ 1 W; se înțelege putere la care distorsiunile ating valoarea de 10%.

Lărgimea de bandă o constituie diferența dintre frecvențele limite ale unei benzi de frecvențe. În radiodifuziunea sonoră, mărimea lărgimii de bandă efectivă este cuprinsă între $\pm$ 9 kHz (pentru gamele UL, UM, US, cu modulație de amplitudine) și $\pm$300 kHz (în cazul semnalelor cu modulație de frecvență).

Atenuarea canalului alăturat reprezintă raportul care arată de cîte ori este slăbit un semnal prin creșterea sau scăderea frecvenței de acord a amplificatorului selectiv cu $\pm$ 9 kHz. De obicei, acest raport se exprimă în decibeli (dB). Canalul adiacent de radiocomunicații poate fi superior sau inferior.

Parametri principali

În procesul de depanare nu se măsoară, de obicei, toți parametrii enunțați, fiind o operație dificilă, care necesită timp și aparatură specială, precum și cunoașterea metodelor de măsurare. Unele performanțe pot fi însă apreciate prin simpla ascultare a radioreceptorului pe toate gamele de undă. Aprecierea va fi subiectivă și deci foarte imprecisă. De aceea, se recomandă, cum se va vedea tot în acest capitol, utilizarea semnalelor de test, legate de anumite frecvențe și nivele normale de lucru.

Parametrii radioreceptoarelor sînt destul de numeroși. Dintre aceștia se menționează: sensibilitatea, selectivitatea, fidelitatea, distorsiunile de neliniaritate, atenuarea semnalelor de frecvență imagine, intermediară sau a semnalelor cu MA parazită pe lanțul MF, raportul semnal/zgomot, lărgimea de bandă, eficacitatea reglajelor manuale sau automate, stabilitatea, radiația, caracteristica acustică de frecvență, alunecarea frecvenței oscilatorului local etc.

Pentru practica de amator vor fi definiți doar cîțiva parametri specifici: sensibilitatea, selectivitatea, fidelitatea, distorsiunile de neliniaritate și puterea de ieșire maximă (nominală).

Sensibilitatea caracterizează, într-un sens mai larg, capacitatea receptorului de a da o audiție de intensitate normală pentru semnale de intrare cît mai mici. Ea depinde de amplificarea totală, respectiv de numărul de etaje, dar în același timp este legată de nivelul paraziților, de zgomotul propriu

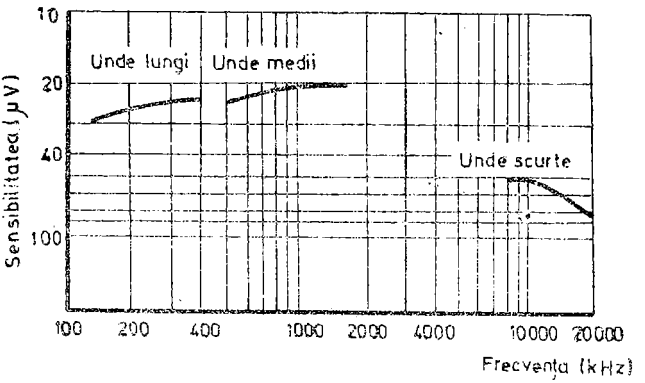


Fig. 23. Curbele de sensibilitate ale unui radioreceptor.

al receptorului precum și de gama de undă recepționată. În figura 23 sînt prezentate curbele de sensibilitate pentru UL, UM și US.

Selectivitatea receptorului reprezintă capacitatea acestuia de a separa semnalele stației dorite de alte semnale captate de antenă. Selectivitatea receptorului este asigurată de către circuitele acordate de ARF (mai ales la UL) și AFI. Cu alte cuvinte, selectivitatea este o caracteristică de frecvență (de acord) a radioreceptorului și se definește prin diferența de frecvență necesară între semnalul dorit și semnalul

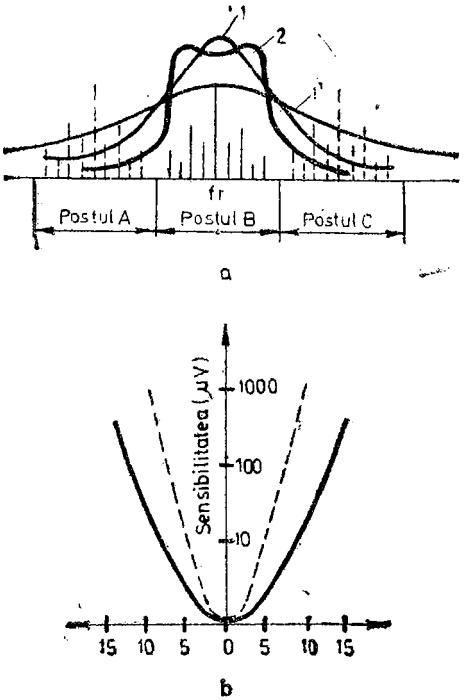


Fig. 24. Curbe de răspuns (selectivitate) ale radioreceptoarelor: *a* *1,1'* — radioreceptor cu amplificare directă și *2* — superheterodină; *b* — alt mod de a reprezenta curba de selectivitate.

perturbator pentru a evita interferența acestora. Selectivitatea față de canalul adiacent, conform standardelor, pentru MA se consideră la o lărgime de bandă de 9 kHz, iar pentru MF, de 300 kHz. Curba de răspuns a unui receptor este prezentată în figura 24.

Fidelitatea caracterizează măsura în care calitatea audiției acestuia este apropiată de programul sonor original, deci prezintă un grad mic de deformare a semnalului recepționat. Între fidelitatea electrică (măsurată la bornele secundarului transformatorului de ieșire) și fidelitatea acustică, ultima interesează, în general; deoarece măsurarea ei impune anumite condiții speciale se recurge tot la măsurarea fidelității electrice.

Fidelitatea depinde de banda de trecere a etajelor AF. În cazul unui amplificator ideal (perfect) acesta ar trebui să amplifice uniform toate semnalele a căror frecvență sînt cuprinse în banda de trecere pentru care a fost conceput, iar curba de frecvență ar fi o linie dreaptă (fig. 25). În realitate însă semnalele cu frecvențe diferite (10... 1000 Hz) sînt amplificate în mod neuniform și de aceea caracteristica reală diferă de cea ideală. Distorsiunile de acest fel numite de neliniaritate se datoresc în special etajului final (cîțiva decibeli).

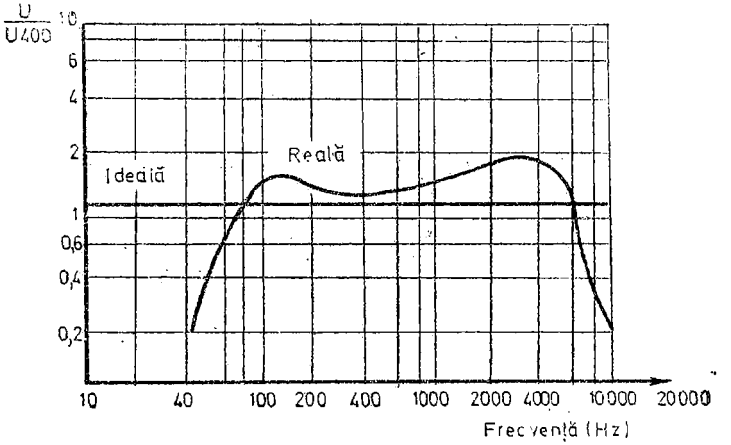


Fig. 25. Curba de frecvență (caracteristica de fidelitate) a etajelor de AF; curba reală arată variația distorsiunilor cu frecvența.

În radioreceptoarele moderne de bună calitate, care funcționează atît pe gamele de UL, UM, US și UUS, amplificatorul de audiofrecvență, fiind comun pentru toate gamele,

are banda de trecere largă (între 10 ...25 kHz), deși pentru gamele UL, UM și US ar fi suficientă o bandă cu frecvența maximă de 5...6 kHz.

Caracteristica de frecvență se consideră suficient de liniară (uniformă), dacă amplificarea variază de cel mult 2 ori (6 dB) în banda de trecere a frecvențelor transmise de amplificator la o frecvență de referință de 400 Hz. O caracteristică de frecvență apropiată de cea ideală se obține la receptoarele prevăzute cu reglare de ton pentru frecvențe înalte și joase separate (vezi *HI —FI ABC* de G.D. Oprescu, Editura Albatros, 1978).

Fidelitatea electrică globală este determinată atît de caracteristica de frecvență a etajelor de AF, cît și de selectivitatea etajelor de RF și FI ale radioreceptorului. Caracteristica de frecvență a întregului radioreceptor (de la intrarea în antenă pînă la difuzor) reprezintă valorile rapoartelor tensiunilor de la ieșirea radioreceptorului pentru diverse frecvențe audio, care modulează semnalul de la intrarea lui, pentru o valoare a tensiunii frecvenței purtătoare și gradul de modulație *m*, constante.

Performanțele energetice privesc puterea nominală de ieșire, puterea „S" absorbită de la sursă, puterea maximă de ieșire și puterea reziduală de ieșire.

Puterea nominală de ieșire a radioreceptorului interesează în special; ea reprezintă puterea electrică pe care o poate debita etajul final cu distorsiuni mai mici de 10%. Ea depinde de puterea tranzistoarelor folosite în etajele finale. Se recomandă să nu se micșoreze impedanța difuzoarelor sub limita prevăzută spre a nu se străpunge tranzistoarele finale.

Valorile puterii nominale la ieșirea (W) pentru un coeficient de distorsiuni de 10%, măsurat pe întreg lanțul de amplificare, în cazul radioreceptoarelor cu tranzistoare sînt cuprinse între 0,3... 4 W, depinzînd de clasa aparatului.

Clasificarea aparatelor de radiorecepție

Radioreceptoarele pot fi clasificate în diferite moduri, în conformitate cu punctul de vedere adoptat pentru clasificare: după principiul de schemă folosit; după tipul de semnale recepționate (MA, MF); în funcție de modul de alimentare; după performanțele realizate și complexitatea schemei de principiu și constructive.

În funcție de mărimea performanțelor radioreceptoarele se împart în 4 clase.

Receptoarele de clasa I care au cele mai bune performanțe, fiind complexe și prevăzute cu o serie de dispozitive și reglaje cu ajutorul cărora se obține o audiție de înaltă calitate, la o putere maximă apreciabilă (4...6 W). Sensibilitatea la intrare: 50 μV.

Receptoarele de clasa a II-a sînt de bună calitate, care la dimensiuni, greutate și preț de cost scăzut dau o audiție satisfăcătoare. Sensibilitatea la intrare este de 100 μV, iar puterea audio maximă este de ordinul 1,5... 3W.

Receptoarele de clasa a III-a sînt realizate mai simplu, la un preț redus, au dimensiuni mici și dau o audiție satisfăcătoare. Sensibilitatea este relativ scăzută (200 μV) și puterea mică (0,5 ... 1 W). Numărul de reglaje este redus la minimum. În această categorie de receptoare se cuprind în general și receptoarele superheterodină alimentate la baterii.

Receptoarele de clasa a IV-a (de tip popular) sînt receptoare simple, cu detecție sau cu amplificare directă, avînd o sensibilitate mică (500—1 000 μV) și o putere de ieșire mică (0,5 W).

Radioreceptoarele cu performanțe inferioare clasei a IV-a sînt considerate ca fără clasă.

Radioreceptoarele cu caracter special (trafic, supraveghere, benzi etc.) nu se încadrează în această clasificare.

De asemenea, se disting în ansamblu următoarele variante constructive de radioreceptoare cu schimbare de frecvență:

— radioreceptoare pentru MA;
— radioreceptoare pentru MF, monofonice;
— radioreceptoare pentru MF, stereofonice;
— radioreceptoare pentru MA/MF, monofonice;
— radioreceptoare pentru MA/MF, stereofonice.

Toate aceste tipuri pot fi construite cu tuburi, cu tranzistoare sau cu circuite integrate precum și cu scheme hibride.

Funcționarea etajelor radioreceptoarelor cu schimbare de frecvență va fi studiată în capitolul următor, la analiza pe etaje a montajelor.

Capitolul II

RADIORECEPTOARE SUPERHETERODINĂ

1. Componente electronice

Realizarea oricărei scheme electrice impune utilizarea unor componente pasive (rezistoare, condensatoare, bobine și transformatoare) și a unor componente active (tuburi electronice și dispozitive semiconductoare).

Aceste piese radio sînt combinate în diferite moduri și legate între ele prin conductoare și cabluri în cazul elementelor discrete sau asociate inseparabil și interconectate electric cum sînt microcircuitele denumite circuite integrate.

Fără a intra în amănunte, vor fi prezentate unele caracteristici electrice ale componentelor pasive și active pentru ca radioamatorii să poată aprofunda funcționarea lor în montaje, să știe cum să le verifice și să le măsoare.

Rezistoare

Rezistorul constituie un element de circuit cu două borne care are proprietatea de a stabili o anumită intensitate a curentului din circuit, a limita această intensitate sau a micșora tensiunea pe consumatorul din circuit, cu alte cuvinte de a modifica valorile tensiunii sau intensității curentului conform legii lui Ohm ($U = RI$).

Trebuie făcută distincția între termenul „rezistor" și noțiunea de „rezistență" care reprezintă o mărime electrică definind proprietatea fizică a obiectului material—rezistorul.

Influența modificării valorii rezistenței unui rezistor este redată în acest capitol la punctul 3, unde se face analiza funcțională a elementelor din circuitele electrice.

Rezistoarele se găsesc într-un număr mare în orice radioreceptor; astfel se explică și deranjamentele dese pe care le produc, prin arderea sau întreruperea lor.

Ca element conductor, în rezistoare se folosesc pelicule subțiri de carbon și de aliaje diverse cu rezistivitate ridicată,

materiale semiconductoare sau diverse compoziții chimice neomogene.

Parametrii mai importanți ai rezistoarelor sînt:

— rezistența nominală R_n și toleranța asociată acesteia, exprimate în procente, sînt date conform standardelor internaționale; se măsoară în ohmi și se marchează pe rezistor (ex. 470 Ω, 10%); multiplii: kΩ și MΩ.

— puterea de disipație nominală reprezintă valoarea maximă a puterii disipate fără a produce distrugerea rezistorului;

$$P_d = UI; P_d = \frac{U^2}{R}; \; P_d = RI^2.$$

unde: U — este tensiunea aplicată, în volți: I — intensitatea curentului, în amperi; R — valoarea rezistorului, în ohmi.

tensiunea nominală, V_n, este tensiunea la care în condițiile normale ale mediului înconjurător rezistorul disipă puterea nominală P_d, și se calculează cu relația:

$$V_n = \sqrt{P_d R_n}$$

— coeficientul de temperatură caracterizează variația mărimii rezistenței rezistorului la o variație a temperaturii acestuia cu un grad Celsius.

Clasificarea rezistoarelor se face după mai multe criterii:

Din punct de vedere constructiv se deosebesc rezistoare fixe și variabile; după materialul folosit — bobinate și chimice; după modul de realizare se disting rezistoare peliculare și rezistoare de volum;

În afară de acestea mai există și alte tipuri de rezistoare denumite rezistoare neliniare, din categoria cărora fac parte: termorezistoarele (termistoare), fotorezistoarele și varistoarele, care își modifică rezistența proprie sub acțiunea unor factori, externi (temperatura iluminarea, tensiunea aplicată etc.).

Rezistoarele variabile bobinate și peliculare constituie altă categorie din care fac parte reostatele și potențiometrele. Cînd rezistența între un terminal și cursor este direct proporțională cu unghiul de rotație a cursorului, potențiometrul este *liniar*, iar cînd rezistența potențiometrului crește rapid la începutul cursei apoi din ce în ce mai repede, variația se numește *exponențială*.

Toate aceste caracteristici sînt trecute pe corpul potențiometrului astfel:

500 kΩ ± 10% lin 0,5 W (potențiometru liniar) sau 1 MΩ ± 20% log 2 W (potențiometru logaritmic).

Uneori legea de variație a potențiometrelor este indicată printr-o literă: *A* pentru cele liniare și *B* pentru cele logaritmice.

Simbolurile pentru rezistoare și potențiometre sînt redate în figura 26.

Marcajul caracteristicilor rezistoarelor se realizează în mai multe moduri. Cel mai simplu este acela de a înscrie pe corpul rezistorului cele trei caracteristici (de exemplu, 50 k Ω — 10% — 0,5 W). Datorită dezavantajului că există posibilitatea ca să se șteargă cu timpul inscripția, iar la rezistoarele-miniatură inscripția ar fi de dimensiuni prea mici,

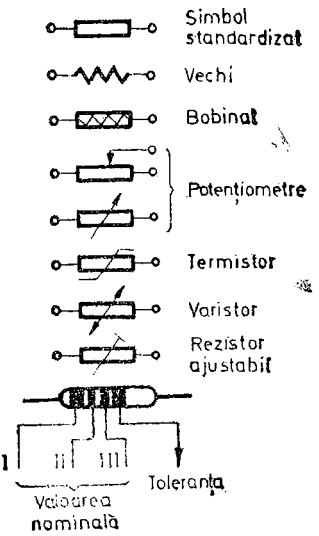


Fig. 26. Simboluri pentru rezistoare și potențiometre.

s-a adoptat marcarea codificată prin inele sau puncte colorate. Amplasarea inelelor pe corpul rezistoarelor fabricate în țara noastră este prezentată în figura 26.

Ordinea culorilor este: negru, cafeniu, *roșu, orange, galben, verde, albastru, violet,* gri, alb, auriu, argintiu. Fiecărei culori îi corespunde o cifră: negru — 0; cafeniu — 1; roșu — 2;

oranj = 3; galben = 4; verde = 5; albastru = 6: violet = 7; gri = 8; alb = 9; ultimele culori, auriu și argintiu, indică toleranța (diferența dintre valoarea nominală și cea reală, în procente).

Există tabele cu acest cod al culorilor, dar el poate fi și memorat. Se observă că 6 din cele 10 culori sînt identice culorilor curcubeului *(r o g v a v)*, iar prima culoare este negru și ultima alb și astfel memorarea devine ușoară.

Numărătoarea inelelor colorate începe de la cel mai apropiat inel de unul din terminale. De exemplu, un rezistor cu 4 inele colorate astfel: I — oranj, II — verde, III — galben, IV — argintiu va avea valoarea de 350 000 Ω ± 10% sau 350 kΩ ± 10%.

Pe unele scheme, notarea valorii rezistoarelor se face în modul următor: 200 pentru 200 Ω, 2k în loc de 2 k Ω, 2T pentru 2 kΩ și 2,0 pentru 2 MΩ. Se deduce că la valoarea rezistoarelor de la 1 la 999 Ω se notează doar cu o cifră; cele de la 1 la 90 kΩ cu cifră urmată de litera k, iar cele de la 0,1 MΩ în sus doar cu o cifră urmată de virgulă și zecimală, fără a mai indica unitatea de măsură.

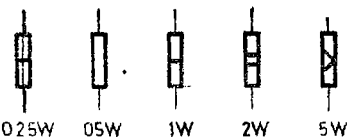


Fig. 27. Notarea puterii nominale a rezistoarelor pe scheme.

Puterea de disipație nominală reprezintă valoarea cea mai mare a puterii corespunzătoare curentului electric care străbate rezistorul, fără ca acesta să se încălzească excesiv nici după un timp mai îndelungat. Dacă se montează un rezistor de valoare mai mică a puterii *Pd* decît cea indicată în schemă, acesta se va încălzi și se va distruge, iar dacă este de valoare mai mare decît cea necesară, va conduce la creșterea gabaritului.

Rezistoarele fabricate în R.S.România, sînt notate cu inițiala R: dacă sînt fabricate cu peliculă de carbon au și inițiala C urmată de o cifră care indică valoarea puterii nominale *Pd* în wați. De exemplu: RC 1025 (0,25 W); RC 1026 (0,5 W); RC 1027 (1 W); RC 1028 (2 W).

Rezistoarele bobinate fabricate în țara noastră sînt notate *RS* (rezistență de sîrmă).

În majoritatea schemelor, notarea puterii de disipație nominală se face ca în figura 27.

Condensatoare electrice (capacitoare)

Prin condensator *ideal* se înțelege elementul bipolar pasiv format din două sau mai multe armături metalice sau electrozi separate între ele de un material izolant (dielectric), care are proprietatea de a acumula sarcini electrice.

Mărimile principale care caracterizează un condensator sînt:

— capacitatea nominală C_n, marcată pe corpul condensatorului, definită la o anumită temperatură (25°C) și o anumită frecvență (800 sau 1000 Hz); C_n are ca unitate de măsură faradul notat simbolic cu litera „F": submultiplii săi fiind microfaradul (μF), nanofaradul (nF) și picofaradul (pF sau μμF);

— tensiunea nominală V_n reprezintă tensiunea cea mai mare care poate fi aplicată la bornele condensatorului în condiții de funcționare îndelungată;

— domeniul temperaturilor, de lucru (intervalul de temperaturi) și coeficientul de temperatură al capacității (variația C_d în funcție de temperatură).

— rezistența de izolație R_{iz} este raportul dintre tensiunea continuă și curentul continuu care trece prin condensator.

Clasificarea condensatoarelor se face după următoarele criterii:

După modul constructiv se deosebesc condensatoare fixe, ajustabile și variabile.

După natura dielectricului se disting condensatoare cu vid, cu dielectric gazos, lichid și solid (organic sau neorganic).

Tipurile de condensatoare întîlnite în radioreceptoare sînt: condensatoare cu aer, condensatoare ceramice, condensatoare cu hîrtie, condensatoare cu pelicule din plastic (styroflex) și condensatoare electrolitice.

Pentru indicarea valorii capacității nominale, a toleranței și a tensiunii de lucru se folosesc fie inscripții (de exemplu, 0,022 μF ± 30% — 1000 V), fie un sistem codificat care constă în dungi sau inele colorate (fig. 28). Semnificația

liniilor colorate, pornind de la terminale spre partea opusă este următoarea:

Prima linie = coeficient de temperatură;
A doua linie = prima cifră a valorii;
A 3-a linie = a doua cifră a valorii;
A 4-a linie = numărul de zerouri;
A 5-a linie = toleranța.

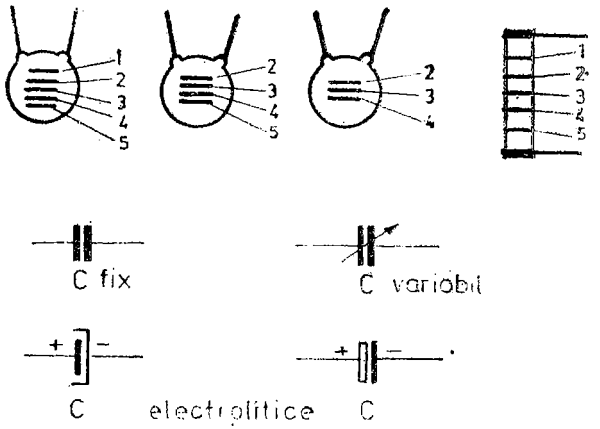


Fig. 28. Simbolurile și marcarea condensatoarelor.

Codul culorilor corespunde cu cel prezentat la rezistoare sau poate fi găsit sub formă de tabel în lucrările de specialitate.

Condensatoarele care au numai trei benzi colorate sînt condensatoare cu coeficientul de temperatură mare și cu toleranța în general de −20... + 80%, ele folosindu-se în exclusivitate la decuplări.

Bobine și transformatoare

Bobina este realizată prin înfășurarea unui conductor izolat pe un suport de material izolant (ceramică, polistiren, calit etc.) cu sau fără miez de fier. Fenomenul pe care se bazează funcționarea unei bobine este acela de autoinducție, a cărei intensitate depinde de o mărime a bobinei, numită inductanță (L) care se măsoară în henry (H). Submultiplii

henry-ului sînt: milihenry (mH) și microhenry (μH), între ei existînd relația:

1 H = 1000 mH = 1 000 000 μH

1 mH = 1000 μH.

Ca aspect constructiv se disting trei feluri de bobine: cu aer (fără miez), cu miez din pulberi feromagnetice presate (ferite, ferocart) și cu miez din tole de tablă de ferosiliciu sau aliaje cu proprietăți deosebite (permaloy).

Simbolic, pe scheme bobinele se desenează ca în fig. 29.

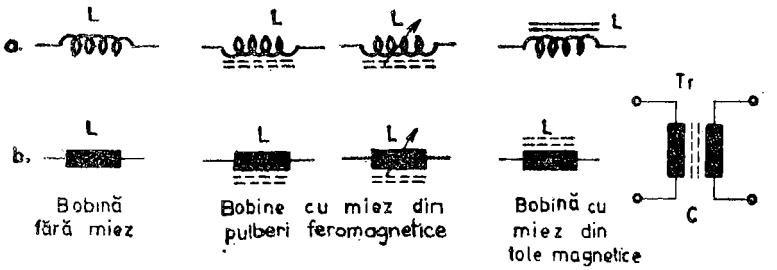


Fig. 29. Reprezentarea bobinelor: *a* — notarea veche; *b* — notarea nouă; *c* — transformator.

Asocierea bobinelor cu un condensator poate forma un circuit oscilant, cum sînt circuitele de intrare, de acord, de FI, OL etc.

Transformatoarele formează o categorie de piese frecvent întîlnite la radioreceptoare.

Funcționarea lor are la bază fenomenul de inducție care apare între două bobine apropiate cu axele paralele fixate pe același miez de fier. Bobina alimentată de la o sursă de curent alternativ este bobina primară, iar aceea la bornele căreia se culege tensiunea indusă este bobina secundară (fig. 29, c).

Transformatoarele de radiofrecvență au miez feromagnetic, fiind situate la oarecare distanță inductanța lor e redusă la cîteva sute de milihenry. Transformatoarele de AF aer, din contră, au inductanțe mari (de ordinul cîtorva henry), bobinele lor fiind strîns cuplate și plasate pe miezuri din tole de ferosiliciu sau permaloy.

Dispozitive semiconductoare

În stadiul actual, există un imens număr de tipuri de diode semiconductoare și tranzistoare, fiecare denumite de producător în felul său. Ne vom referi doar la cele fabricate de I.P.R.S. Băneasa care sînt echivalente cu cele mai multe tipuri de pe piața mondială.

Dispozitivele conductoare, diodele și tranzistoarele au la baza lor constructivă două elemente, germaniul și siliciul, care sînt cristale cu proprietăți interesante.

Spre deosebire de metale, cristalele pure de germaniu și siliciu prezintă o rezistivitate mare în raport cu materialele bune conducătoare de electricitate, dar mică în raport cu materialele rele conducătoare de electricitate, situîndu-se între cea a metalelor și cea a dielectricilor. Dacă însă în structura lor se introduc anumite impurități (stibiu sau arseniu) rezistivitatea lor scade, devenind comparabilă cu a metalelor și apar electroni liberi. Acest semiconductor cu impurități a fost denumit semiconductor de tip *n*.

Dacă în locul stibiului sau arseniului se introduce ca impuritate indiul, în corpul semiconductorului apar „goluri", adică o lipsă de electroni și acesta devine semiconductor de tip *p*.

Dioda semiconductoare este o joncțiune *pn* constituită din două semiconductoare, unul de tip *p* și altul de tip *n*. Trebuie menționat că joncțiunea este formată în interiorul unui cristal continuu și nu prin alipirea a două elemente *pn*. Dacă pe acest dispozitiv se aplică o tensiune avînd polaritatea „+" spre zona *p* și „—" spre zona *n*, prin joncțiune va circula curentul electric.

Dacă se polarizează invers, joncțiunea *pn* va prezenta o rezistență foarte mare.

Diodele cu germaniu funcționează normal pînă la temperatura de 50 — 60°C. Peste 100°C se utilizează diode cu siliciu. Diodele semiconductoare se împart în punctiforme și aliate (cu joncțiune), ultimele avînd parametri mai buni decît cele punctiforme.

Simbolul unei diode semiconductoare împreună cu structura sa schematică sînt reprezentate în figura 30, a.

La alegerea unei diode, trebuie să se țină seama de valorile limită de utilizare: curentul maxim (I_{max}) și tensiunea inversă maximă ($U_{inv\ max}$) peste care dioda se distruge.

Diodele fabricate în țara noastră au indicative EFD (cu contacte punctiforme — detectoare) și EFR (cu joncțiuni, utilizate la redresarea curentului).

Tipurile de diode semiconductoare sînt următoarele: diode redresoare, diode stabilizatoare (Zener), diode cu contact punctiform, diode varicap (varactor), diode de

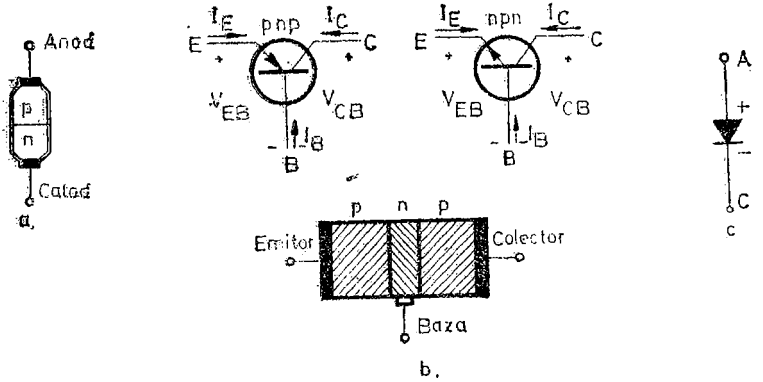


Fig. 30. Structura și simbolurile dispozitivelor semiconductoare: *a* — dioda; *b* — tranzistorul.

comutație, diode tunel, fotodiode, diode fotoluminiscente sau electroluminiscente (LED).

Tranzistoarele bipolare reprezintă clasa cea mai larg folosită de dispozitive semiconductoare deoarece permit construcția unor montaje care posedă proprietatea de amplificare a semnalelor.

Există două tipuri fundamentale de tranzistoare cu joncțiuni: unipolare, bazate numai pe un tip de purtători de sarcină și anume goluri sau electroni și bipolare bazate pe conducția simultană de goluri cît și pe conducția de electroni.

Funcționarea tranzistoarelor bipolare se bazează pe proprietatea joncțiunii *pn* de a injecta sau de a colecta purtători de sarcină. Tranzistoarele bipolare posedă două joncțiuni (fig. 30, *b*) cu excepția tranzistoarelor unijoncțiune.

Ansamblul format din cele trei regiuni *pnp* sau *npn* reprezintă în esență două diode semiconductoare, care posedă o regiune comună, baza.

Efectul „tranzistor" constă în faptul că electronii injectați de emitor în bază ajung în cea mai mare parte la colec-

tor, deci se efectuează un transfer de purtători de sarcină de la o joncțiune la alta (fig. 30,b).

Prin noul tip de tehnologie de fabricație a tranzistoarelor denumit „creștere epitaxială" s-a realizat o gamă foarte variată de tranzistoare pentru diverse utilizări: tranzistoare la care se pot aplica pe colectori curenți de ordinul zecilor de amperi, cu tensiuni maxime colector-emitor de ordinul sutelor de volți, cu puteri maxime de ordinul sutelor de wați, cu frecvență de funcționare de ordinul gigaherților și cu timpi de comutație de ordinul zecilor de nanosecunde.

Dintre noile tipuri de tranzistoare construite se menționează: tranzistoare unijoncțiune (TUJ), tranzistoare cu efect de cîmp (FET), tranzistoare cu efect de cîmp (MOS), tiristoare cu trei joncțiuni (*pnpn*) etc.

Toate semiconductoarele, diodele și tranzistoarele, se împart în două mari grupe. Din prima grupă fac parte diodele și tranzistoarele care se folosesc în radioreceptoare, televizoare, amplificatoare și magnetofoane. Această grupă se notează cu două litere și trei cifre (de exemplu AC 180, BF 182), pentru tranzistoarele de uz curent.

A doua grupă cuprinde tranzistoarele cu destinație specială și se notează cu trei litere și două cifre (de exemplu ADY 27, SFT 307).

Deoarece există pe piața mondială, la ora actuală, mii de tipuri de dispozitive semiconductoare, produse în diferite țări, cu performanțe, forme constructive și norme de utilizare dintre cele mai diverse, standardizarea și tipizarea lor se găsește într-un stadiu de început. Cataloagele de diode și tranzistoare, oricît ar dori să fie în curent cu tot ce se produce și să dea echivalențele tuturor acestor dispozitive, nu pot ține pasul.

Acesta este un impediment serios mai ales pentru radioamatorii care experimentează, construiesc sau repară aparate electronice cu tranzistoare. Pentru a veni în sprijinul lor se dă în tabelul III, codul de notare al dispozitivelor semiconductoare în standardul european precum și notațiile semiconductoarelor produse de I.P.R.S. Băneasa, așa cum sînt prezentate în catalogul fabricii.

2. Scheme electrice comentate ale radioreceptoarelor

Datorită multiplelor avantaje, superheterodina este tipul de radioreceptor cel mai frecvent și singurul realizat industrial. S-ar părea la prima vedere că radioreceptorul superheterodină nu este prea simplu. Totuși, atunci cînd se elimină anumite dispozitive speciale de reglaj, schema de principiu devine ușor de înțeles. Cu tot numărul mare al variantelor acestui radioreceptor, diferențele dintre variante sînt relativ mici, în cadrul aceleiași categorii de aparate.

Pentru o aprofundare temeinică a principiilor constructive de funcționare ale superheterodinei vor fi prezentate la început cîteva scheme tip, comentate în ordinea complexității lor.

Radioreceptor superheterodină cu patru tranzistoare

Aparatul a cărui schemă este prezentată în figura 31 conține 4 tranzistoare și două circuite AFI, oferind o audiție mulțumitoare în difuzor. În compunerea schemei intră următoarele etaje:

— etajul schimbător de frecvență, format din amplificatorul de radiofrecvență, lucrînd în gama de unde medii și oscilatorul local realizat cu tranzistorul T_1, circuitul de intrare LC_{v1} în bază, și circuitul oscilator L_1C_{v2} în emitor;

— etajul AFI-1, care funcționează cu tranzistorul T_2 și circuitul FI, format din L_3C_8, acordat pe frecvența de 130 kHz;

— etajul detector de radiofrecvență și primul amplificator de AAF realizate cu tranzistorul T_3, care primește pe bază semnalul prin transformatorul T_2 de FI;

— amplificatorul de AAF realizat cu tranzistorul T_4, avînd ca sarcină un difuzor miniatural cu impedanța de 4—8 Ω.

Între bazele tranzistoarelor T_3 și T_2 s-a introdus un condensator de neutrodinare[1] C_{19}, în scopul înlăturării auto-

[1] *Neutrodinarea* reprezintă compensarea, printr-o reacție opusă, a unei reacții interne nedorite de la ieșire la intrarea unui etaj de amplificare cu circuite acordate. Se obține prin montarea unui rezistor în serie cu un condensator între circuitele de ieșire și de intrare sau prin ecranarea elementelor de circuit.

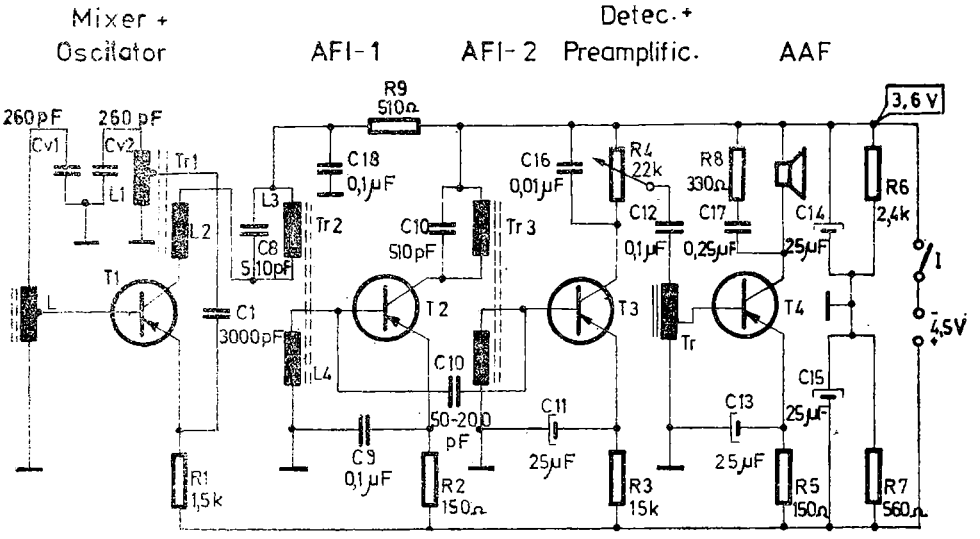


Fig. 31. Radioreceptor superheterodină cu patru tranzistoare.

oscilațiilor etajului AFI-2. Rezistența de sarcină a amplificatorului de audiofrecvență R_4 este un potențiometru de volum central. Autotransformatorul T se folosește pentru cuplaj și o mai bună adaptare cu etajul final. Caracteristica de frecvență este îmbunătățită de circuitul R_8C_{17}, care reduce și zgomotul de fond specific tranzistoarelor.

Polarizarea bazelor se face printr-un divizor comun, format din R_6, R_7 și C_{14}, C_{15}. Acest divizor asigură o tensiune de 0,9 V față de masă, ceea ce corespunde unei tensiuni de bază de 0,9 V în raport cu emitorul.

Această tensiune este corectată pentru fiecare tranzistor în parte de către rezistoarele de stabilizare termică R_2, R_3 R_5 din circuitele de emitor. Circuitele de colector primesc un potențial de —3,6V în raport cu masa.

Aparatul descris mai sus nu este de tip industrial și poate fi realizat de amatori.

Radioreceptorul „Cora" este un radioreceptor de buzunar cu 7 tranzistoare, cu antenă de ferită pentru recepția stațiilor de emisie din gama de UM (525...1605 kHz) sau UL(145... 310 kHz).

Sensibilitatea este de 3 mV/m pentru un raport semnal/zgomot de 20 dB la o putere de 50 mW. Puterea electrică furnizată difuzorului (5 Ω...0,5 VA) este de 75 mW cu maximum 10% distorsiuni. Consumul pentru o audiție normală (din două elemente miniatură de 1,5 V) este de maximum 65 mA.

Schema de principiu (fig. 32) conține următoarele etaje:

— etajul mixer, compus din tranzistorul T_1, bobinele de intrare L_1, antena de ferită, secțiunea de condensator variabil C_{v1}, cu dielectric solid și condensatorul ajustabil C_1 care permite alinierea circuitului de intrare la acordul condensatorului variabil pe frecvența de 1400 kHz; oscilatorul local este compus din bobina L_2, tranzistorul T_1 (verde), care îndeplinește și funcția de mixer, condensatorul ajustabil C_3, secțiunea condensatorului C_{v1} pentru oscilator și elementele de circuit;

— etajele de AFI-1, de AFI-2 și de detecție sînt construite din 2 tranzistoare EFT 319 (cu coeficient de amplificare marcat cu culoare albastră), trei bobine cu miez de reglaj în formă de oală și piesele din circuit; condensatoarele C_7, C_8 de 1 nF permit acordarea circuitelor pe frecvența intermediară de 455 kHz; bobinele Tr_1 și Tr_2 cuplate cu capa-

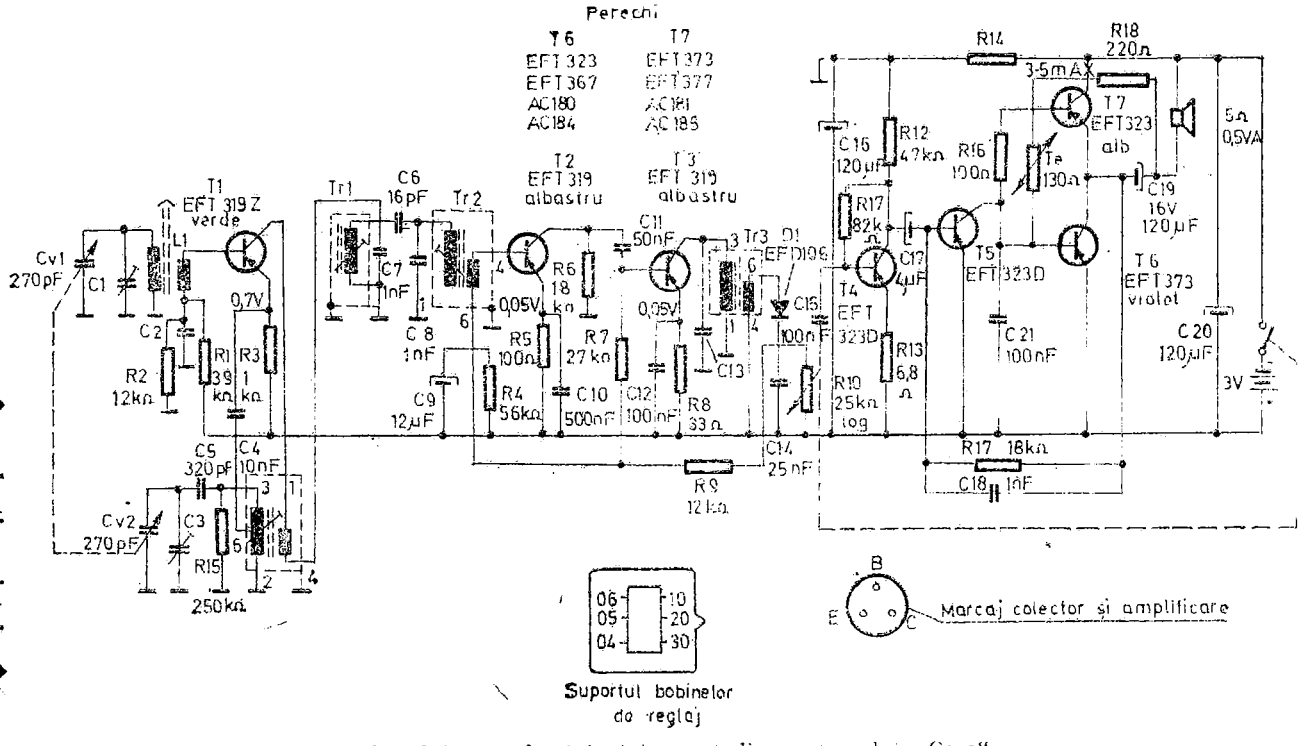


Fig. 32. Schema de principiu a radioreceptorului „Cora".

citatea C_1 de 10 pF constituie un filtru de bandă cuplat capacitiv; detecția se realizează cu diode EFD 106 sau EFD 107;

— etajele de audiofrecvență cuprind potențiometrul de volum, tranzistoarele EFT 323 D (2 bucăți, tranzistoarele complementare EFT 373 violet și EFT 323 alb (sau echivalente) precum și piesele de circuit; AAF este conceput fără transformator de ieșire (montaj serie) utilizînd tranzistoare complementare (simetrie complementară); tranzistorul T_4 lucrează ca preamplificator, tranzistorul T_5 ca excitor pentru etajul final, iar tranzistoarele T_6 și T_7 constituie etajul final cu tranzistoare complementare avînd ca sarcină pentru c.a. difuzorul de impedanță de 5 Ω, decuplat pentru c.c. prin condensatorul electrolitic C_{19} de 120 μF/3V.

Radioreceptorul „S 631 T Electronica" este un aparat de gabarit redus realizat cu seria de piese miniatură, avînd o schemă asemănătoare tipurilor produse anterior de Uzinele Electronica (1960—1964) Turist, Sport, Miorița precum și cu cele mai noi: Pescăruș, Cosmos, Zefir, Alfa, Apollo (fig. 33).

Radioreceptorul S 631 T are următoarele caracteristici:

— gamele de unde: UL: 145...130 kHz (970...2060 m); UM: 535...1620 kHz (561...185 m);

— frecvența intermediară: 455 kHz;

— sensibilitatea (pentru puterea la ieșire de 50 mW): UM: 400 μV/m; UL: 700/μV/m;

— selectivitatea (la un dezacord de ± 10 kHz); 15 dB.

— puterea la ieșire (cu distorsiuni 10%): ⩾ 100 mW;

— puterea maximă la ieșire: ⩾ 140 mW;

— tensiunea de alimentare: 6 V(4 elemente RB × 1,5 V);

— tensiunea minimă de funcționare: 3,5 V;

— consumul fără semnal: 8...10 mA; la puterea maximă; 60...65 mA;

— dimensiunile casetei: 142 × 88 × 40 mm;

— difuzorul este de tip biconal, $Z = 8\ \Omega$.

La radioreceptorul S 631 T se folosesc 6 tranzistoare și 2 diode, cinci circuite acordate, dintre care două sînt cu acord variabil. Aparatul este prevăzut cu bornă exterioară pentru antenă exterioară, cască și difuzor suplimentar.

Schema electrică este constituită din următoarele etaje:

— etajul schimbător de frecvență SF, funcționează ca mixer (amestecător), în schemă cu EC (emitorul comun),

iar ca oscilator în schemă cu BC (baza comună). Divizorul R_2, R_3 și rezistorul de emitor R_4 fixează curentul de lucru al etajului (0,5...0,6 mA). Ajustarea curentului de colector se face prin modificarea rezistorului R_2 la valorile de 12 k Ω sau 18 k Ω, funcție de amplificarea statică β a tranzistorului T_1 (tranzistoarele cu β mic necesită o rezistență R_2 mai mică).

Fig. 33 *(planșă la sfîrșitul cărții)*

Bobinele circuitelor de intrare sînt plasate pe antena de ferită (L_1 pentru UM și L_3 pentru UL). Tensiunea obținută de la bobinele secundare L_2 și L_4 se aplică pe baza tranzistorului T_1 prin condensatorul C_5.

Condensatorul variabil Cv_1 este cu dielectric solid și are secțiunile egale cu capacitatea de 10...260 pF. Pentru acoperirea gamei UL se conectează condensatorul fix C_4 în paralel cu circuitul acordat.

Circuitele de oscilator cuprind bobina L_5(UM), condensatorul pading[1] C_9 montat în serie condensatoarele de ajustare C_{29} și C_{13} și secțiunea de oscilator Cv_2 a condensatorului variabil.

În gama UL se folosesc: bobina L_7, condensatorul pading C_{11}, condensatoarele C_{10}, C_{14}, C_{30} și Cv_2 pentru a determina în circuit frecvența de lucru cuprinsă între 600—865 kHz.

Emitorul este cuplat la bobinele L_5 și L_7 prin prize. Condensatoarele de cuplare cu emitorul sînt diferite: 40 nF pe UL și 10 nF pe UM. Rezistoarele de 10...30 Ω sînt conectate în serie cu aceste condensatoare pentru a îmbunătăți conversia frecvenței prin reducerea variației tensiunii de oscilație.

Contactele S_5 al comutatorului de unde pune la masă bobina de oscilator de pe UL cînd aparatul funcționează pe gama de UM.

În circuitul de colector se află bobinele de reacție L_6 (UM) și L_8 (UL), cuplate inductiv cu bobinele circuitului acordat.

[1] *Padingul* este un condensator ajustabil sau fix, montat în serie cu condensatorul variabil de acord și o bobină cu inductanță variabilă, folosit la alinierea „în trei puncte" a circuitelor de acord ale unui radioreceptor.

Tensiunea normală a oscilatorului, măsurată cu un voltmetru electronic la bornele rezistorului R_4 trebuie să fie de 80...90 mV pe UM și de 125 mV pe UL.

Ca rezultat al conversiei în circuitul de colector al tranzistorului T_7, apare o tensiune de FI de 455 kHz, care este culeasă de primul transformator de frecvență intermediară Tr_5, format din circuitul acordat cu C_8 (500 pF) și o înfășurare secundară pe cuplaj spre tranzistorul T_2.

Tranzistorul T_2 funcționează ca amplificator de FI în montaj EC controlat de RAA (vezi și p. 119). Tranzistorul T_2 are ca sarcină transformatorul Tr_6, conținînd un circuit acordat cu un condensator de 180 pF. Pentru a obține o tensiune de bază corectă, minusul tensiunii de alimentare se aplică la o priză a circuitului acordat 3—5, unde se conectează condensatorul de neutrodinare C_{12} (3pF). Valoarea prescrisă a curentului de lucru, în cazul unui tranzistor se stabilește prin alegerea pentru rezistența R_5 a uneia din valorile: 39, 47 sau 56 k Ω.

Pentru a amortiza circuitul acordat și a preîntîmpina eventuale oscilații parazite pe frecvența intermediară, atunci cînd Ic variază brusc, datorită tensiunii RAA care comandă tranzistorul, s-a montat rezistorul R_{21}. De asemenea, în același scop s-a pus la masă punctul rece al transformatorului Tr_6 prin condensatorul C_{14}, evitînd astfel și eventuala cuplare a etajelor de FI prin sursa de alimentare.

R_{20} (18 kΩ), care se montează facultativ, are rolul de a reduce curentul de colector al tranzistorului T_3 și ca urmare amplificarea etajului al doilea de FI. Reducerea curentului Ic al tranzistorului T_2 scade, tensiunea de la bornele lui R_6 se reduce de la —0,5 la —0,1 V și apare un curent prin rezistorul R_{20} (de la T_2 spre divizorul de polarizare al tranzistorului T_3), iar ca urmare se reduce și Ic de la T_3.

Al treilea circuit singular de FI din Tr_7 este amortizat de rezistența mare de ieșire a tranzistorului T_3 și de către rezistența echivalentă a circuitului de detecție.

Din această cauză, selectivitatea față de canalul adiacent este redusă (3...5 dB).

Detectorul cuprinde dioda D_1 și un filtru în π format din C_{18}, R_{12}, C_{19}. De la detecție se obține și tensiunea pozitivă de RAA care se aplică pe baza tranzistorului T_2 prin filtrul de RAA compus din R_{11}, C_{24}.

Reglarea volumului audiției se face cu potențiometrul R_1 (2k Ω). Tensiunea de AF este de ordinul a 20 mV, pentru puterea maximă de ieșire.

Tranzistorul T_4, funcționează ca preamplificator de AF în clasă A și are un curent de lucru de 0,75...0,85 mA, fiind bine stabilizat prin R_{13}, R_{14} și R_{15}.

Primarul transformatorului Tr_8 constituie sarcina tranzistorului T_4.

Condensatorul șunt C_{20} (10 nF) scurtcircuitează frecvențele audio înalte, reducînd în acest fel stridența tonului. Acest condensator se montează de obicei numai în etajele defazoare care nu sînt cuprinse în bucla de reacție negativă.

Amplificatorul de audiofrecvență are un etaj în paralel și nu este controlat de un circuit de reacție negativă, tocmai pentru a nu micșora amplificarea. Reducerea distorsiunilor etajului final se obține însă prin excitarea corectă a etajului, prin împerecherea corectă a tranzistoarelor, prin reacție negativă de curent pe rezistența de emitor R_{18} — 10 Ω.

Dioda D_2 este folosită pentru stabilizarea termică a etajului final și este important ca această diodă să aibă același coeficient de variație a rezistenței cu temperatura ca și tranzistoarele T_5 și T_6.

Transformatoarele de intrare (Tr_8) și de ieșire (Tr_9) ale etajului final au miez de permalloy, ceea ce a permis reducerea gabaritelor. Difuzorul are impedanța de 8 Ω și este conectat în secundarul transformatorului de ieșire, la care se mai poate conecta o cască cu impedanța de 10...20 Ω sau un difuzor suplimentar.

Pe schema din figura 33 sînt redate valorile tensiunilor și curenților de lucru.

Radioreceptorul „NEPTUN" are un număr mai mare de tranzistoare (11), 4 game de unde MA — MF, dispozitive auxiliare pentru ton și acord fin.

Schema de principiu a acestuia se află la baza mai multor receptoare cu tranzistoare moderne fabricate în țară (Mamaia, Albatros, Gloria).

Radioreceptorul Neptun (fig. 34) este de tip portabil, avînd dimensiunile 280 × 175 × 60 și greutatea de 2,5 kg.

Fig. 34. *(planșă la sfîrșitul cărții)*

Caracteristicile sale sînt următoarele:

— gamele de unde: UL: 150—260 kHz; UM: 525—1605 kHz; US: 5,9—18 MHz; UUS: 65—73 MHz:

— frecvența intermediară: 455 kHz;

— sensibilitatea maximă (pentru puterea la ieșire de 50 mW): UL: 500 μV/m; UM: 200 μV/m; US: 50 μV/m și UUS: 30 μV/m;

— puterea la ieșire (cu distorsiuni 10%): > 1 W;

— tensiunea de alimentare: 7,5 V (4 elemente R 20 × × 1,5 V);

— difuzorul are $Z = 3\ \Omega$ și P = 3 VA.

Schema de principiu conține următoarele etaje:

— etajul ARF sau FIF (foarte înaltă frecvență) pentru gama UUS cu T_1;

— etajul SF și circuitul de intrare cu T_2;

— etajul OL local cu T_3;

— etajele de FI și de detecție cu T_4, T_5 și D_5;

— etajele preamplificatoare cu T_6 și T_7;

— etajul defazor cu T_8 și T_9;

— etajul AAF final cu T_{10} și T_{11}.

Analiza funcționării pe etaje se face începînd cu amplificatorul de FIF pentru gama de UUS.

Amplificatorul de FIF a fost introdus pentru recepția UUS modulate în frecvență (MF).

El este compus din tranzistorul T_1(AF 106 sau AF 139), bobinele *L* 101, *L* 108, *L* 103, condensatorul ajustabil *C* 105, secțiunea de condensator variabil *C* 107 pentru MF și piesele din circuit.

Bobina de RF pentru UUS (*L* 103), are un miez de reglaj care permite alinierea cu circuitul oscilator local, la condensator variabil acordat pe 64,5 MHz. Condensatorul ajustabil *C* 105 servește la alinierea la condensator variabil acordat pe 73,5 MHz.

Bobina *L* 108, pentru filtru de recepție la frecvența de 59,25 MHz, are rolul de a opri sau atenua pătrunderea în receptor a semnalelor avînd frecvența egală cu frecvența sa de rezonanță.

Bobina de intrare *L* 101 pentru UUS este realizată fără carcasă, iar șocurile de FIF (*L* 109 și *L* 206) sînt realizate din bobine identice cu *L* 104.

Circuitele de intrare (CI) și etajul mixer (SF) sînt construite din *L* 207, *L* 201, *L* 202, *L* 203, antena de ferită, sec-

țiunea de condensator variabil C 209, condensatoarele ajustabile C 215, C 202, C 203, tranzistorul T_3, contactele de comutare și piesele de circuit.

Bobina de intrare L 201 pentru gama de US are priză de cuplare cu antena telescopică și pentru realizarea înfășurării de atac a bazei tranzistorului mixer. Miezul de reglaj permite alinierea cu circuitul oscilator, cu condensatorul variabil acordat pe frecvența de 5,9 MHz. Cu condensatorul ajustabil C 215 se realizează alinierea și la condensator variabil acordat pe frecvența de 16 MHz.

Bobina de intrare L 202 pentru gama de UM are 59 spire pentru înfășurarea de acord și 3 spire pentru înfășurarea de bază, fiind introdusă la un capăt pe antena de ferită care este o bară de feroxcub de diametru 10 mm. Reglarea bobinei pe bara de ferită permite alinierea cu circuitul oscilator de UM la condensator variabil acordat pe frecvența de 530 kHz. Alinierea la condensator variabil acordat pe 1400 kHz se realizează cu ajutorul condensatorului ajustabil C 202.

Bobina de intrare pentru gama de UL are 180 spire pentru înfășurarea de acord și 10 spire pentru înfășurarea de bază, realizate cu liță RF 5 × 0,08 Cu + poliuretan + M. Bobina așezată pe o carcasă de hîrtie de izolație este introdusă la un capăt al antenei de ferită și reglarea ei permite alinierea cu circuitul oscilator de UL, la condensator variabil acordat pe frecvența de 150 kHz. Condensatorul ajustabil C 204 permite alinierea la condensator variabil acordat pe frecvențe de 260 kHz.

Bobina de cuplare cu antena auto L 201 este realizată tot pe un miez de feroxcub.

Oscilatorul local și mixerul pentru UUS sînt constituite din tranzistorul T_2 (AF 125), cu dublă funcțiune, bobinele L 104, L 105, condensatorul ajustabil C 115, secțiunea condensatorului variabil C 114 pentru MF și piesele de circuit.

Bobina de oscilator local L 105 pentru UUS este realizată prin bobinarea pe o carcasă de carbonil a 5 1/2 + 2 3/8 spire cu sîrmă de cupru argintată cu diametrul de 0,8 mm. Miezul de reglaj permite, la condensator variabil complet închis, acordarea oscilatorului pe frecvența de 64,5 MHz. Condensatorul ajustabil C 115 permite, la un condensator variabil complet deschis, acordarea oscilatorului pe frecvența de 74,5 MHz.

Bobina L 104 care face parte din filtrul de rejecție, pentru frecvența de 10,7 MHz este realizată din 20,5 spire din Cu + + termoplac, de diametru 0,35 mm, fără carcasă.

Oscilatorul local este constituit din tranzistorul T_3 (AF 125 sau 126) și bobina L 204 pentru US, bobina L 205 pentru UM și UL, condensatoarele ajustabile C 207 (US), C 209 (UM) și C 214 (UL), secțiunea de condensator variabil pentru oscilator MA(C 212); contactele de comutator și piesele de circuit. Tranzistorul T_3 are o dublă funcțiune: oscilator local și mixer.

Bobina de oscilator pentru gama de US, L 204 are două înfășurări: de acord cu 19 spire (cu priză la 15 spire, pentru emitor și 17 1/2 spire pentru neutrodinare) și de reacție cu 7 1/2 spire. Miezul de reglaj permite, la condensator variabil complet închis, acordarea pe frecvența de 5,7 MHz. La condensator variabil complet deschis cu ajutorul condensatorului ajustabil C 207, se poate acorda capătul superior al gamei de 18,5 MHz. Pentru aducerea corectă a oscilatorului în gamă, după cum se știe, este necesar a repeta de cel puțin două ori aceste reglaje.

Bobina de oscilator pentru gamele UM și UL (L 205) este realizată pe mosorele de feroxcub cu oală de ferită pentru reglaj: la condensator variabil complet închis acordarea oscilatorului pe frecvența de 515 kHz (limita inferioară a gamei de UM). Cu ajutorul condensatorului ajustabil C 209, la condensator variabil complet deschis se acordă limita superioară reală a gamei de UM — 1650 kHz.

Pe UL se utilizează aceeași bobină acordată pe UM în cazul în care se comută pe UL, la condensator variabil complet închis se acordă circuitul cu ajutorul condensatorului ajustabil C 214 pe frecvența inferioară a gamei, 148 kHz. Frecvența limită superioară a gamei de UL pentru care nu există element de ajustare va cădea în jurul frecvenței de 260 kHz.

Etajele de AFI și detecție MA utilizează 2 tranzistoare T_4 și T_5 (AF 126), dioda EFD 107 și bobinele L 307, L 308, L 309, L 310 și L 311. Bobinele L 307 și L 308 ca și L 309 și L 310 sînt cuplate capacitiv și formează perechi, filtre de bandă. Bobinele de FI sînt realizate pe mosorele de feroxcub și pentru reglaje se folosesc oale filetate de feroxcub. Acordul pe FI de 455 kHz se realizează cu capacități de 1000 pF în paralel.

Etajele de AFI și detecție MF utilizează tranzistoarele T_3(AF 125), T_4 și T_5 (2 × AF 126) și diodele D_3, D_4 (2 × × EFD 115) și filtrele de bandă formate de perechile de bobine L 106—L 107, L 301—L 302, L 303—L 304, L 305—L 306. Bobinele de FI—MF sînt bobinate pe carcase de polistiren cu 4 galeți.

Bobinele L 301, L 302 împreună cu capacitățile de acord de 300 pF, montate pe un suport și acoperite de un blindaj formează filtrul de bandă FI_2—MF identic cu FI_3—MF construit din bobinele L 303 și L 304.

Etajele de amplificare de audiofrecvență (AAF) conțin tranzistoarele T_6, T_7 (EFT 319 și EFT 353) ca preamplificatoare, T_8, T_9 (EFT 367 pereche cu EFT 377) ca defazor și T_{10}, T_{11} (2 × AC 180 K) pereche ca etaj final. Pentru defazor se mai pot utiliza tranzistoarele pereche AC 142 și AC 141. Rezistorul ajustabil R 411 servește pentru reglarea unui curent de 5 mA prin tranzistorul T_{11} cînd se aplică la intrare un semnal de audiofrecvență de 5 mV și se obține la ieșire o putere de 50 mV.

Consumul radioreceptorului fără semnal poate fi cuprins între 20 și 25 mA.

Printre aparatele superheterodină complexe construite de Uzinele „Electronica" se află și „Maestro-stereo" destinat recepției emisiunilor MA și MF și amplificării programelor monofonice sau stereofonice, furnizate de picup sau de magnetofon prevăzut și cu posibilitatea introducerii unui decodor stereo.

3. Analiza funcțională a elementelor pe etaje

În urma comentării cîtorva scheme tip de radioreceptoare superheterodină, pentru a cunoaște detaliat funcționarea pieselor din montajul aparatelor și influența modificării lor asupra performanțelor globale este necesară o analiză funcțională a elementelor componente pe etaje.

Se va utiliza ca referință schema bloc a unui radioreceptor combinat MA—MF, întrucît aceasta conține toate elementele unui aparat de clasa I (fig. 35) prezentîndu-se exemple de scheme de principiu pentru fiecare etaj separat.

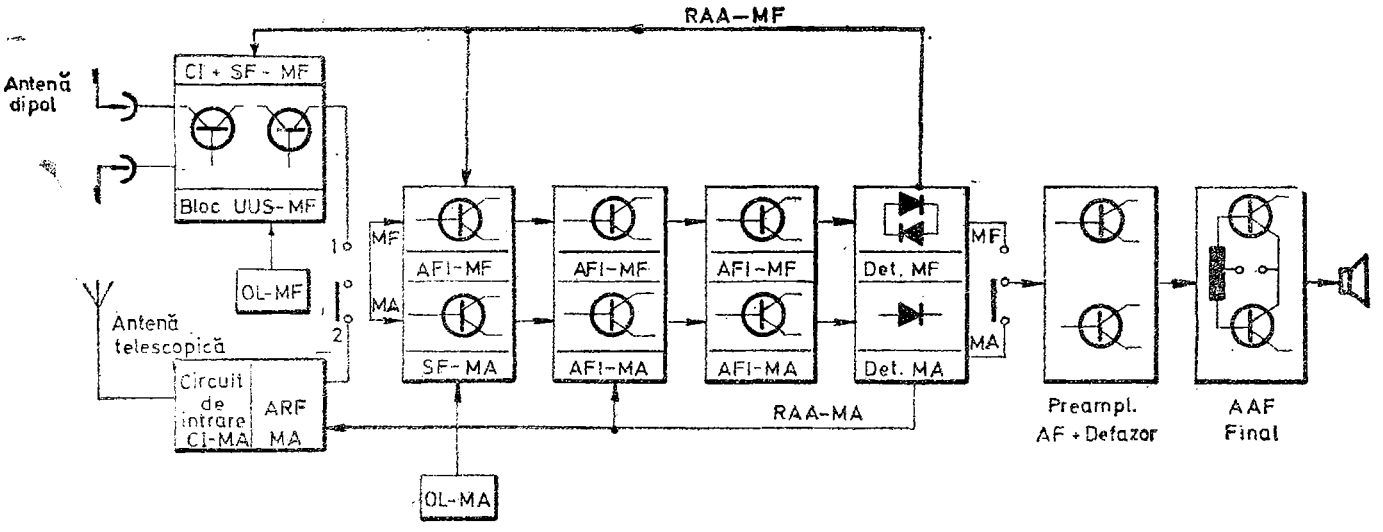


Fig. 35. Schema simplificată a unui radioreceptor MA-MF cu tranzistoare.

Circuitul de intrare

Circuitul de antenă și de intrare se realizează într-o gamă foarte largă de variante. Prin aceasta se urmărește: selectivitate și fidelitate cît mai bună; dependență cît mai mică față de tipul antenei; factor de transfer cît mai mare pe toate gamele și dezacordul minim al circuitului la conectarea antenei.

Antena de recepție este considerată ca un generator de RF cu o anumită impedanță internă, avînd un circuit acordat deschis (fig. 36).

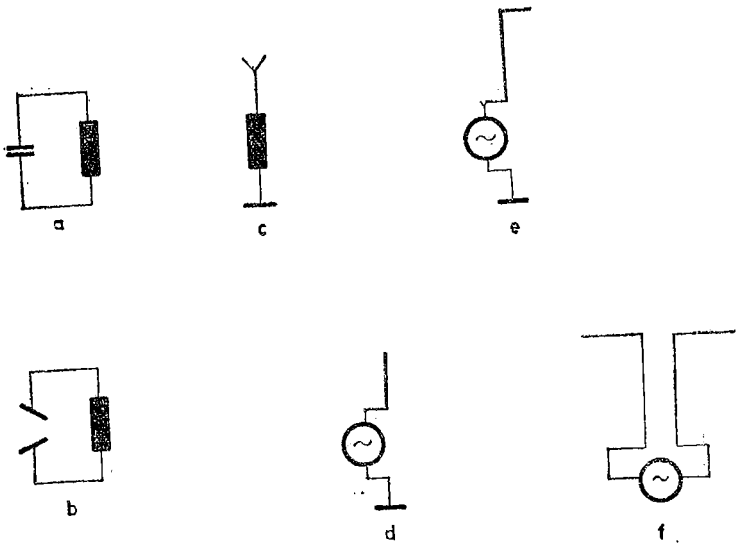


Fig. 36. Modul de obținere a unei antene capacitive *(a, b, c)* și tipuri de antene capacitive *(d, e, f)*.

Antenele de capacitate sînt antene verticale asimetrice (fig. 36, d, e, f). Antenele inductive sînt antene de tip buclă, cadru sau antene de ferite (fig. 37, a, b, c).

Pentru gamele de UL, UM, US sînt utilizate, în general, pentru recepție, antene neacordate (aperiodice), asimetrice. Pentru gama de UUS sînt utilizate, în general, antene acordate simetrice.

Circuitele de intrare uzuale sînt: cu cuplaj direct; cu cuplaj prin condensator montat în serie la capătul dinspre

antenă sau în derivație spre capătul dinspre masă; cu cuplaj la priza bobinei; cu cuplaj prin inductanță mutuală; cu cuplaj mixt (LC); cu filtru de bandă; cu antenă de ferită.

Circuitul de intrare pentru UUS se face, de obicei, cu cuplaj prin inductanță mutuală, cu sau fără acord variabil spre a se adapta la impedanța antenei (75 sau 300 Ω). Mai

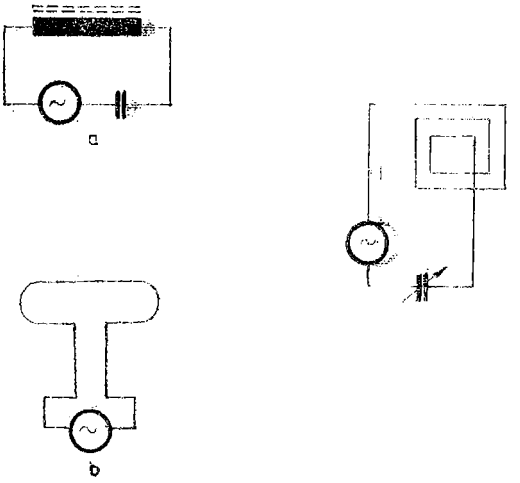


Fig. 37. Tipuri de antene inductive: *a* — pe ferită; *b* — dipol închis; *c* — antenă cadru.

există circuite de intrare adaptabile pentru diverse tipuri de antene (fig. 38).

Pentru a analiza rolul pieselor din circuitele de intrare și influența parametrilor acestora asupra performanțelor radioreceptorului se vor face referiri la schema din figura 38.

C (500—2000 pF) este condensatorul de cuplare al antenei la circuitele de intrare avînd totodată și rolul de separare. O valoare mai mică decît cea optimă micșorează sensibilitatea în gamele UL și UM, acționînd ca filtru. O valoare mai mare provoacă dezacordarea circuitelor de intrare la cuplarea antenei.

L_1, L_2 sînt bobinele de acord pe UM și UL plasate pe bara de ferită. Alinierea corectă și implicit sensibilitatea la capătul inferior al gamelor se datorește poziției pe care o au bobinele

pe bara de ferită. Pe UL circuitul de intrare nu se acordează la capătul superior al gamei.

L_3 este bobina de cuplaj a circuitului de intrare la baza tranzistorului T_1 (de injecție a semnalului).

C_1 (60—80 pF) este condensatorul de valoare fixă necesar acordului pe UL. O valoare mai mare sau mai mică decît

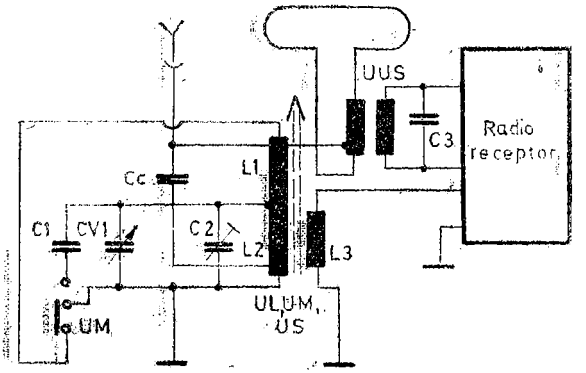


Fig. 38. Circuit de intrare care permite utilizarea unei singure antene pentru US, UM, UL și UUS.

valoarea dată în schemă modifică alinierea circuitelor și ca rezultat se înrăutățește sensibilitatea pe o anumită porțiune a gamei UL.

L_4C_3 (47 pF) formează circuitul acordat pe frecvența centrală din gama de UUS. Modificarea acestor elemente afectează sensibilitatea în gama UUS.

Amplificatorul de RF, nu este întotdeauna prevăzut în cazul gamelor US, UM și UL pentru MA, deoarece nivelul paraziților atmosferici și industriali este comparabil cu cel al semnalelor slab recepționate ce urmează să fie amplificate și ca atare introducerea lui nu este justificată la radioreceptoare.

Totuși, prezența ARF contribuie la îmbunătățirea raportului semnal/zgomot, la eliminarea frecvenței imagine și la micșorarea distorsiunilor.

Constructiv, ARF poate fi: rezonant, aperiodic sau mixt; cu cuplaj direct, prin bobină de șoc, mixt sau cu cuplaj prin priză.

Orice abatere de la valorile nominale înrăutățește sensibilitatea pe o porțiune din gamă și afectează etalonarea scării.

C_8 (2 ... 20 pF) este condensatorul ajustabil pentru reglarea frecvenței OL la capătul superior gamei de UM. Efectele modificării valorii lui sînt similare cu ale lui C_9.

C_9 (10 ... 40 pF) este condensatorul ajustabil pentru reglarea frecvenței stabilite pe gama de UL. O valoare mai mică a capacității maxime poate avea ca efect modificarea limitelor gamei de UL și ca urmare înrăutățirea sensibilității radioreceptorului.

L_1, L_2 sînt bobinele de acord pe UM și UL, plasate pe bara de ferită, prin poziția corectă a cărora se obține o aliniere și implicit sensibilitate optimă. Pe UL circuitul de intrare nu se acordează la capătul superior al gamei.

L_3 este bobina de cuplaj a circuitului de intrare la baza tranzistorului T_1 (de injecție a semnalului cules de antena de ferită).

L_5 este inductanța de sarcină a oscilatorului cuplată direct cu L_6.

L_4 este înfășurarea de reacție comună pentru gamele UM și UL.

Blocul UUS, echipat cu tranzistoare

În figura 40 se prezintă schema unui bloc UUS cu tranzistoare și acord prin capacitate variabilă. Blocul de UUS este compus dintr-un circuit de intrare, amplificatorul de UIF și schimbătorul de frecvență cu oscilatorul local destinat semnalelor recepționate cu modulație de frecvență. Amplificatorul de FIF lucrează fie în gama 65—73 MHz (după norma OIRT), fie în gama 87—104 MHz (norma CCIR) fie în alte benzi similare 87—100 MHz etc., după firma constructoare.

Utilizarea în UUS a unui amplificator în UIF, oferă avantajul amplificării la un nivel de zgomote cu mult mai scăzut decît după schimbătorul de frecvență, iar în plus se obține o îmbunătățire a selectivității radioreceptorului față de semnalele de FI și imagine, constituind în același timp un separator între etajul oscilator (producător de oscilații parazite) și circuitul de antenă. Pentru aceste considerente amplificatorul de FIF devine necesar la radioreceptoarele MF.

Se întîlnesc patru tipuri de variante de amplificatoare UIF: cu emitorul comun, cu baza comună, schemă cu punct intermediar la masă și schemă în montaj cascodă.

Dintre schemele menționate mai sus, montajul cu baza comună este cel mai frecvent întrebuințat.

Amplificatorul UIF prezentat în figura 40 este cu baza la masă (C_5) și fără neutrodinare. Circuitul de intrare este cu acord fix pe mijlocul benzii. Între bobinele L_1 și L_2 există un cuplaj strîns pentru a se obține o amplificare cît mai uniformă în banda de lucru. Circuitul de sarcină al UIF este alcătuit din elementele $L_3Cv_1C_5$. Cuplajul între amplificatorul UIF cu etajul mixer (SF) se face prin condensatorul C_7.

Oscilatorul lucrează în montaj cu baza la masă. Corecția fazei între tensiunea de reacție pozitivă de la ieșirea oscilatorului și tensiunea de intrare se realizează cu ajutorul rețelei de reacție C_9 și L_4.

Elementele L_5, Cv_2, C_{13} constituie circuitul acordat al oscilatorului.

Analiza funcțională a elementelor schemei din fig. 40:

C_1 (30 pF) condensatorul de cuplare al antenei la circuitul de intrare. O valoare mai mică face să scadă sensibilitatea, iar o valoare mai mare provoacă dezacordarea circuitelor de intrare.

C_2 (50 pF) este condensatorul de adaptare a CI la impedanța tranzistorului amplificator de UIF. El poate lipsi din montaj sau poate avea o valoare de pînă la 50 pF.

C_3, C_4 (40 pF) alcătuiesc CI cu acord fix pe mijlocul benzii. Modificarea valorii lor duce la dezacordarea CI și la neadaptarea circuitelor. Ca urmare se micșorează sensibilitatea și raportul semnal/zgomot.

R_1 (800 Ω) este rezistența de emitor a tranzistorului T_1. O valoare mai mare de 800 Ω mărește tensiunea de emitor, micșorează amplificarea, crește zgomotul de fond și mărește efectul intermodulației. O valoare mai mică supraîncarcă tranzistorul.

R_2, R_3 (2—5 kΩ) constituie divizorul de tensiune pentru polarizarea tranzistorului T_1. O valoare mai mare pentru R_3 și mai mică pentru R_2 mărește tensiunea de polarizare (crește curentul de colector). O valoare mai mică pentru R_3 și mai mare pentru R_2 reduce tensiunea de polarizare (scade I_c). În primul caz apare pericolul de străpungere a

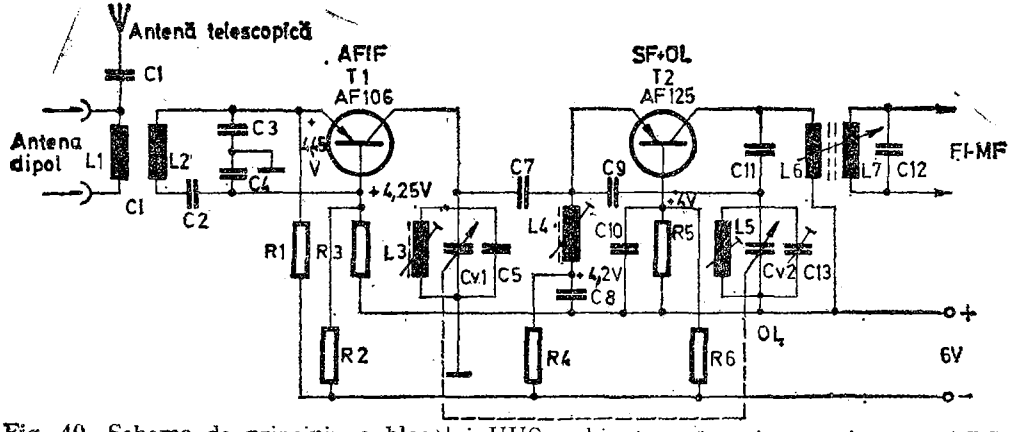


Fig. 40. Schema de principiu a blocului UUS, echipat cu tranzistoare, în montaj BC.

joncțiunii bază emitor (supraîncărcarea tranzistorului). In cazul al doilea scade amplificarea, scade raportul semnal/zgomot și se măresc distorsiunile de intermodulație.

Schimbătorul de frecvență UUS-MF

R_4 (510 Ω) este rezistorul de sarcină al tranzistorului T_2, schimbător de frecvență și oscilator local. O valoare mai mare face să crească tensiunea de emitor (micșorează polarizarea bazei), ceea ce are ca efect micșorarea amplificării etajului SF și o instabilitate a oscilatorului local. O valoare mai mică scade tensiunea de emitor (mărește tensiunea de polarizare), ceea ce are ca urmare supraîncărcarea tranzistorului și micșorarea amplificării.

C_8 (200—1000 pF) este condensatorul de compensare a frecvenței intermediare MF. O valoare mai mare micșorează efectul de compensare și implicit amplificarea etajului, iar o valoare mai mică supracompensează etajul pentru FI și are ca efect autooscilația pe FI.

R_5 (27 kΩ), R_1 (10 kΩ) formează divizorul pentru tensiunea de polarizare a bazei. O valoare mai mare a lui R_5 și mai mică a lui R_6 mărește tensiunea pe emitor (micșorează polarizarea bazei și amplificarea), iar o valoare mai mică pentru R_5 și mai mare pentru R_6 scade tensiunea de emitor și deci micșorează amplificarea.

C_{11} și C_{12} (20—100 pF) sînt condensatoarele de acord pentru primul filtru de FI—MF. O valoare diferită față de aceea dată în schemă, poate avea ca efect imposibilitatea acordării transformatorului FI—MF, micșorarea sensibilității și a sensibilității etajului.

C_{13} (12—12 pF) este condensatorul de ajustare a acordului circuitului de oscilator. O mărire a capacității minime sau o micșorare a capacității maxime poate modifica limitele gamei de UUS și imposibilitatea de a realiza alinierea.

Schimbătorul de frecvență UL, UM, US-MF

Schimbătorul de frecvență — denumit și etaj de amestec, mixer sau etaj convertor — are rolul de a transforma tensiunea de înaltă frecvență modulată U_S, a semnalului recepționat, într-o tensiune de frecvență mică FI, numită frecvență intermediară (la radioreceptoarele fabricate în țară $f_i = 455$ kHz).

Etajul SF este un element neliniar: curenții de ieșire nu variază proporțional cu tensiunea aplicată și $f_i = f_h - f_s$ (conform schemei 41, a).

După modul de aplicare a semnalelor de amestec, schimbarea de frecvență poate fi: multiplicativă (pentru lanțul MA) și aditivă (pentru lanțul MF).

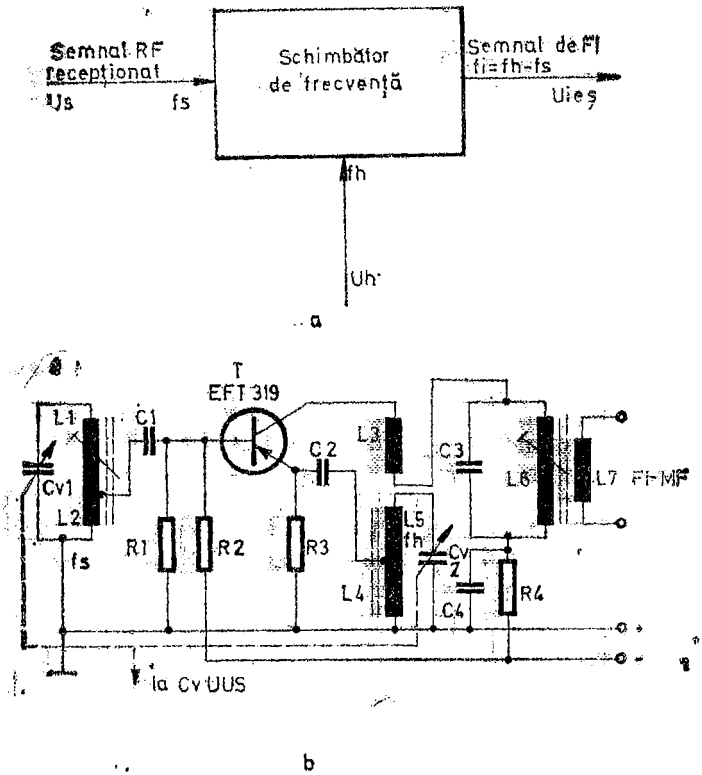


Fig. 41. Schema unui etaj schimbător de frecvență SFI
a — schema bloc; *b* — schema de principiu.

Oscilatorul local care produce frecvența de heterodinare f_h trebuie să aibă o frecvență cît mai stabilă în timp, oscilații sinusoidale lipsite de armonici, o amplitudine a oscilațiilor suficient de mare, etc.

În etajul SF de la radioreceptoarele cu tranzistoare se utilizează două tipuri reprezentative de scheme:

—schimbător de frecvență amestecător sau mixer, la care oscilația locală este produsă de un oscilator separat;

—schimbător de frecvență autooscilator sau convertor la care elementul activ (tranzistorul) pentru schimbarea de frecvență servește și ca OL pentru producerea oscilației locale.

Din motive de economie, majoritatea radioreceptoarelor cu tranzistoare construite azi au SF cu tranzistor autooscilator, fiind destul de stabile.

Dintre SF convertor autooscilator se realizează două variante: convertor autooscilator cu circuitul acordat al oscilatorului conectat în emitor și convertor autooscilator cu circuitul acordat al oscilatorului conectat în colector.

În figura 41 se prezintă prima variantă, a cărei schemă va fi analizată.

Convertor autooscilator cu OL conectat în emitor. Se folosește în UL, UM, US. (fig. 41, b). Același tranzistor îndeplinește simultan atît funcția de oscilator, cît și cea de amestec. L_1, L_2, C_{v1} formează circuitul acordat în care ia naștere frecvența semnalului captat de antenă f_s.

C_1 (30 nF) servește la aplicarea semnalului din antenă în circuitul bază emitor, iar din punctul de vedere al oscilatorului, baza tranzistorului este conectată la masă prin C_1 și L_2, ambele elemente prezentînd reactanțe mici la frecvența oscilației locale.

R_1, R_2 sînt rezistoarele de polarizare a bazei tranzistorului T. Modificarea valorii acestora a fost prezentată la blocul UUS.

R_3 (1,5 —5 kΩ) este rezistorul de emitor. Are rolul de stabilizare cu temperatura și de rezistență de sarcină a oscilatorului. O valoare mai mare produce mărirea distorsiunilor și a interferențelor, iar o valoare mai mică provoacă o amortizare mai mare a circuitului oscilant și implicit reduce sensibilitatea și stabilitatea etajului.

C_2 (5 —50 nF) este condensatorul de cuplare a bobinei L_3 și L_5, în circuitul bază —emitor al tranzistorului. El separă galvanic U_R emitor de circuitul oscilant al oscilatorului. O valoare mai mare nu modifică regimul de funcționare (fiind montaj cu emitorul la masă). O valoare mai mică afectează stabilitatea oscilatorului datorită tensiunii de reacție.

C_3, L_6 sînt elementele filtrului de FI, lucrînd pe frecvența de 455 kHz. Valori mai mari sau mai mici conduc la imposibilitatea acordării pe frecvența respectivă.

Cv_2, L_5 formează circuitul acordat al oscilatorului conectat în emitor. Abateri de la valorile nominale modifică frecvența oscilatorului local.

C_4, R_4 formează rețeaua de filtrare a tensiunii de alimentare a etajului și implicit de separare a etajelor pentru a împiedica reacția prin intermediul sursei de alimentare. O valoare mai mică înseamnă o filtrare și decuplare insuficientă ce se manifestă prin brum, oscilații parazite, instabilitate. O valoare mai mare duce la micșorarea amplificării globale.

Amplificatorul de frecvență intermediară

Amplificatorul de frecvență intermediară (AFI) determină îndeosebi performanțele mai importante ale unui radioreceptor, datorită amplificării mari a etajelor sale la care concură tranzistoarele de FI (numite și „medii frecvențe" sau filtre de bandă).

În general, radioreceptoarele echipate cu tranzistoare reclamă mai multe etaje FI; de asemenea canalul pentru semnalele modulate în frecvență MF (fig. 42). Aceasta se datorește faptului că amplificarea etajelor FI cu tranzistoare este mai mică decît cea a etajelor cu tuburi.

Ca tipuri reprezentative se menționează AFI—MA pentru radioreceptoarele cu modulație de amplitudine (MA) și AFI—MF pentru radioreceptoarele cu modulație de frecvență (UUS—MF). În radioreceptoarele combinate MA—MF, amplificatorul de FI este comun pentru semnalele MA—MF.

Un amplificator de FI este necesar să îndeplinească anumite condiții tehnice:

— amplificarea să fie cît mai mare (la etajele FI cu tranzistoare se realizează o amplificare de putere de 60 ... 90 dB);

— selectivitatea să aibă o putere cît mai ridicată cu o bandă de trecere satisfăcătoare;

— distorsiunile să fie cît mai mici, în care scop se alege punctul de funcționare al AFI astfel încît zona în care semnalul modulat este amplificat să fie liniară;

—stabilitate față de autooscilațiile care apar datorită faptului că atît circuitul de intrare, cît și cel de ieșire sînt acordate pe aceeași frecvență; astfel se naște o reacție parazită între intrare și ieșire care poate fi totuși compensată;

Tipurile de etaje AFI utilizate în radioreceptoare sînt determinate după felul circuitului de sarcină utilizat și se pot clasifica astfel:

—AFI cu un circuit acordat (circuit singular);

—AFI cu filtru de bandă cu două circuite oscilante acordate;

—AFI cu filtru multiplu (derivație —asociate în grupuri de 4 sau 5, al căror cuplaj este realizat prin intermediul unor capacități serie).

Tranzistoarele folosite în AFI—MA sînt fie cele cu joncțiuni aliate de RF (3 ... 15 MHz), la care se realizează neutrodinarea pentru a compensa reacția internă prin tranzistor, fie tranzistoare drift (difuzat-aliate), în ambele cazuri montate în schemă EC.

În amplificatoarele FI—MF se utilizează tranzistoare drift fie în schemă EC (cu neutrodinare), fie în schemă BC (fără neutrodinare). În cazul folosirii tranzistoarelor cu construcție planară se realizează scheme EC, fără neutrodinare, cu alte cuvinte fără compensarea reacției interne nedorite ce apare de la ieșirea la intrarea unui etaj de amplificare cu circuite acordate.

În AFI combinate FI-MA-MF, din radioreceptoarele moderne se folosesc tranzistoare cu construcție planară, în scheme EC, fără neutrodinare, în vederea simplificării construcției radioreceptorului.

Amplificator de FI-MA-MF cu tranzistoare

Ținînd seama de varietatea mare de AFI, s-a ales pentru analiza funcțională a elementelor o schemă mai complexă, prezentată în figura 42.

Fig. 42 *(planșă la sfîrșitul lucrării)*

Filtrele folosite în AFI sînt de obicei circuite simple cu prize și cu posibilitatea de acordare numai a primarului, cu excepția filtrului care precede etajul detector, care este de tipul cu circuite cuplate. Etajele FI-MF sînt neutrodinate.

R_1 (180 Ω), R_5 (220 Ω), R_{10} (560 Ω) sînt rezistoarele de

micșorare a efectului capacităților de colector asupra circuitelor acordate. Acest efect se manifestă la semnalele puternice care se traduc printr-o pocnitură în difuzor datorită scăderii bruște a nivelului de ieșire. R_1, R_5, R_{10} pot avea valori cuprinse între 100 ... 600 Ω.

O valoare mai mare micșorează amplificarea etajului, iar o valoare mai mică conduce la fluctuații de amplificare, datorită dezacordării circuitelor FI-MF la semnal puternic, prin modificarea capacității colectorului tranzistorului.

R_2 și R_7 (0,5 ... 2 kΩ) sînt rezistoarele de emitor ale tranzistoarelor T_2 și respectiv T_3. Valori mai mari sau mai mici influențează stabilizarea termică a amplificatorului, micșorînd tensiunea de polarizare a bazei și implicit scade amplificarea. În cazul unor valori mai mici, stabilizarea termică scade, crește suprasolicitarea tranzistoarelor ca și coeficientul de distorsiuni.

C_1 (16 pF), C_3 (30 pF), C_7 (16 pF), C_9 (30 pF), C_{13} (20 pF) sînt condensatoarele de acord din circuitele cuplate ale filtrelor de FI-MF. Valori mai mari sau mai mici decît cele indicate de fabrica constructoare, cît și modificarea valorilor în timp, pot avea ca efect imposibilitatea de reacordare a circuitelor, micșorarea sensibilității și selectivității etajelor respective precum și creșterea gradului de distorsiuni.

C_2 (2,2 nF), C_5 (2,2 nF), C_6 (15 nF), C_8 (2,2 nF), C_{10} (2,2 nF) C_{11} (15 nF), C_{14} (1 nF) sînt condensatoarele de acord din transformatoarele de FI-MA. Modificarea valorilor lor au efecte similare pentru MA, așa cum au condensatoarele C_1, C_3 etc. pentru MF.

C_4 (25 nF) și C_{12} (25 nF) sînt condensatoarele de cuplaj pentru aplicarea tensiunii FI-MF în emitorul tranzistorului T_2 respectiv T_3. Ele pot avea valori cuprinse între 10 ... 50 nF. O valoare mai mare nu afectează electric dacă condensatoarele nu au inductanțe mari, iar o valoare mai mică micșorează scurtcircuitarea emitorului la masă pentru FI-MA și ca urmare amplificarea etajului pentru MA va scade.

R_3 (1 kΩ) este rezistorul de separare a tensiunii de polarizarea bazei tranzistorului T_2 și poate avea valori cuprinse între 0,5 și 5 kΩ. O valoare mai mică duce la cuplarea etajelor AFI și micșorarea sensibilității deci și a amplificării.

R_4 (30 ... 150 kΩ) este rezistorul serie pentru polarizarea bazei tranzistorului T_2. O valoare mai mare micșorează ten-

siunea de polarizare deci și amplificarea, iar o valoare mai mică mărește tensiunea de polarizare și crește pericolul distorsiunilor.

R_6 (100 ... 800 Ω) este rezistorul de amortizare a oscilațiilor parazite pe MF. O valoare mai mare scade amplificarea etajului, iar o valoare mai mică poate avea ca efect intrarea în oscilație a etajului.

R_8 (15 ... 50 kΩ) este rezistorul din divizorul pentru tensiunea de polarizare a bazei tranzistorului T_3. O modificare a valorii lui are efecte similare cu cele ale rezistorului R_4.

R_9 (3 ... 10 kΩ) este rezistorul de trecere a curentului din baza tranzistorului T_3. O creștere a valorii lui mărește tensiunea de polarizare și conduce la supraîncărcarea tranzistorului, iar o valoare mai mică micșorează polarizarea, ceea ce are ca efect scăderea amplificării.

Limitatorul de amplitudine

În radioreceptoarele moderne, ce funcționează combinat cu semnale MA și MF, ultimul etaj din AFI trebuie să funcționeze ca amplificator de FI la recepția semnalelor cu MA și ca limitator de amplitudine (LA) la recepția semnalelor cu MF.

Limitatorul de amplitudine are rolul de a elimina modulația de amplitudine parazită a semnalului MF amplificat la intrare, astfel încît la ieșire să se obțină semnal fără modulație de amplitudine (se elimină astfel o bună parte din zgomote și paraziți), păstrînd însă modulația de frecvență utilă (fig. 43).

Avantajele cunoscute ale emisiunilor cu MF sînt sporite de limitatorul de amplitudine, care pe lîngă că suprimă modulația parazită de amplitudine ce însoțește undele cu MF datorită fie perturbațiilor, fie etajelor amplificatoare din radioreceptor, menține și puterea de ieșire constantă, chiar dacă amplitudinea semnalelor aplicate la intrare variază în limite largi.

LA este un etaj care nu influențează forma semnalelor ale căror nivele la ieșire se află sub un prag de limită.

Limitarea la receptoarele cu MA se poate face prin reglajul automat al amplificării (RAA) în etajele RF și FI, astfel încît purtătoarea la intrarea în detector să rămînă cît mai constantă, la o variație importantă de amplitudine la intrarea în receptor.

În mod similar, la radioreceptoarele cu MF reacția negativă asupra modulației de amplitudine a semnalului poate fi aplicată, prin filtre convenabile, în AFI, însă sistemul prin RAA' are o eficiență redusă și de aceea se utilizează numai împreună cu un etaj limitator.

Etajul limitator cu tranzistor din figura 43 permite o limitare a curentului și a tensiunii de colector pentru ambele alternanțe.

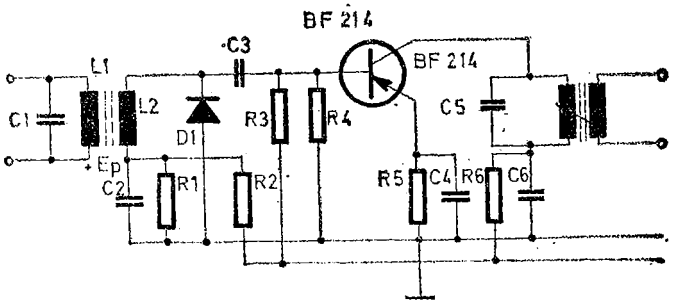


Fig. 43. Amplificator limitator de amplitudine cu tranzistor.

R_3, R_4, R_5, C_4, R_6, C_6 constituie ansamblul de elemente care asigură polarizarea bazei tranzistorului, stabilizarea cu temperatura și filtrul pentru tensiunea de alimentare. O valoare mai mare a lor mărește tensiunea de polarizare (I_C crește), creînd pericolul de străpungere a joncțiunii bază-emitor, iar prin valori mai mici se reduce tensiunea de polarizare (I_C scade), amplificarea scade, odată cu ea și raportul semnal/zgomot, în schimb cresc distorsiunile de intermodulație.

D_1 (EFD 115) este dioda care asigură o funcționare stabilă a etajului la semnale de nivel mare prin limitarea alternanței negative.

R_1, R_2 formează un divizor de tensiune prin care dioda D_1 este polarizată în mod convenabil. Creșterea lui R_2 și micșorarea lui R_1 are ca efect micșorarea pragului de limitare. Creșterea lui R_1 și micșoarea lui R_2 are ca efect creșterea pragului de limitare.

C_2 este condensatorul de decuplare la masă a rezistorului R_1. O valoare mai mare afectează funcționarea, iar o valoare mai mică influențează sensibilitatea etajului.

Demodulatorul

Demodularea (detecția) este procesul invers modulației și constă în separarea la recepție a informației purtată de un semnal de RF modulat fie în amplitudine, fie în frecvență.

Etajul demodulator este montat în radioreceptor între AFI și AAF. Pentru emisiunile cu MF, extragerea semnalului de modulație poartă numele de „discriminare", iar operația specifică de detecție se realizează fie cu detectorul de raport asimetric sau simetric, fie cu discriminatorul de fază.

De obicei, se preferă detectorul de raport, din cauză că îndeplinește și funcția de limitator de amplitudine, a cărui prezență în acest caz devine inutilă.

Etajul de detecție este prevăzut, în general, cu o serie de circuite cu rol de sarcină, de filtrare, de suprimare a paraziților și a modulației de amplitudine (din semnalele cu MF) și de blocare a componentei continue.

Demodulatoarele de semnale MA păstrează structura clasică utilizînd ca dispozitive pentru detecție: diode (semiconductoare sau cu vid), tranzistoare sau tuburi electronice. În practică se utilizează cel mai frecvent dioda semiconductoare.

Tipurile de detectoare pentru demodularea semnalelor cu MA sînt: detectorul serie (cu sarcină rezistivă) și detectorul derivație.

Demodulatoarele de semnale MF extrag semnalul AF din semnalul modulat în frecvență. Ele se prezintă în următoarele variante: detectorul de raport, discriminatorul de fază, detectorul de frecvență, discriminatorul de amplitudine.

Primele două au cea mai largă utilizare.

— Detectorul de raport îndeplinește simultan două funcții: demodularea semnalului cu MF și suprimarea de amplitudine parazită (limitator). De aceea este cel mai folosit în radioreceptoarele cu MF.

Detectorul de raport se construiește în două variante: asimetric și simetric.

— Discriminatorul de fază este mai puțin utilizat din cauză că reacționează și la variațiile de amplitudine, ceea ce reclamă introducerea unui etaj limitator de amplitudine (LA) despre care s-a amintit mai înainte.

— Discriminatorul de frecvență se construiește în montaj nesimetric și se utilizează în radioreceptoarele combinate MA-MF.

Ca exemplu de demodulare a semnalelor cu MA și cu MF se vor analiza un detector de raport (MF) și un detector serie (MA) după schema din figura 42.

C_{15} (50 pF), C_{19} (4,7 nF), C_{20} (5 μF), R_{13} (33 kΩ), R_{16} (100 Ω) și C_{16} (4,7 nF) sînt elementele din detectorul de raport (MF).

C_{15} este condensatorul de acord din secundarul filtrului de FI-MF al detectorului de raport. O valoare mai mare sau mai mică cu 10% nu mai permite reacordarea secundarului și apar distorsiuni și zgomot pe MF.

C_{19} este condensatorul de detecție MF, care poate avea valori cuprinse între 1 ... 5 nF. O valoare mai mică atenuează scurtcircuitarea tensiunii de FI-MF, care prin radiație poate produce intrarea în oscilație a etajului.

C_{20} (2 — 10 μF) este condensatorul de încărcare pentru tensiunea continuă însumată a detectorului de raport. O valoare mai mică are ca efect creșterea distorsiunilor semnalului de AF detectat.

R_{13} (20 ... 50 kΩ) este rezistorul de sarcină a detectorului de raport și o valoare mai mică scade randamentul de detecție al semnalelor cu MF.

R_{16} (50.... 500 Ω) este rezistorul de filtrare a tensiunii de FI-MF. O valoare mai mare micșorează frecvențele înalte audio, iar o valoare mai mică face să apară un semnal de FI-MF în AF.

C_{17} (3 ... 5 nF) este condensatorul de detecție MA. O valoare mai mare are ca efect atenuarea frecvențelor înalte audio, iar o valoare mai mică micșorarea randamentului detectorului MA.

C_{18} (1 ... 10 nF) este condensatorul de filtrare a tensiunii de RAA. O valoare mai mare are ca efect scurtcircuitarea frecvențelor înalte audio de la detecția MA, iar o valoare mai mică reduce filtrajul pentru tensiunea RAA.

R_{14} (2 ... 10 kΩ) este rezistorul de sarcină a detectorului MA. O valoare mai mare are ca efect o atenuare a frecvențelor înalte audio, iar o valoare mai mică reduce sensibilitatea prin amortizarea circuitului acordat.

R_{15} (1 ... 5 kΩ) este rezistorul de separare a detectorului de MA de etajele de AF. O valoare mai mare are ca efect o micșorare a frecvențelor înalte audio, iar o valoare mai mică face să apară semnalele de FI-MF în AF.

Amplificatorul de AF

Semnalele de frecvență audio care au constituit semnalul modulator sînt extrase prin detecție și apoi amplificate în etajul AAF, la valoarea necesară acționării traductorului electroacustic, difuzor sau cască (fig. 44).

Sub formă generală amplificatorul de AF este constituit dintr-un amplificator de semnal mic (preamplificator) și dintr-un amplificator de semnal mare (de putere sau final). În principiu AAF cuprinde următoarele părți: sistemul acustic (unul sau mai multe difuzoare), preamplificator (preamplificatoare), circuitul de corecție a tonului (registrul de ton), circuitul de reacție negativă și amplificatorul final.

Amplificatorul de semnal mic este situat între demodulator și amplificatorul final și este prevăzut a realiza o preamplificare cît mai mare, fiind constituit din unul sau mai multe etaje. Tipurile reprezentative de amplificatoare de AF sînt: cu cuplaj RC, cu cuplaj prin transformator, cu ieșire simetrică și cu cuplaj direct.

Amplificatoarele de audiofrecvență de semnal mare se realizează aproape totdeauna cu două tranzistoare, putînd funcționa în clasă A (cu transformator de ieșire) sau în clasă B (cu sau fără transformator de ieșire). Ultimul tip este folosit cel mai frecvent datorită avantajelor oferite, în special randament și puteri mari.

Amplificatoarele AF din radioreceptoarele cu tranzistoare sînt construite într-o gamă largă de variante dintre care enumerăm următoarele dintre montajele cu tranzistoare:

— AAF cu etaj final în clasă A;

— AAF cu etaj final în clasa AB prevăzut cu polarizare automată;

— AAF cu etaj final în contratimp;

— AAF cu etaj final în contratimp, în clasă B cu transformator de ieșire;

— AAF cu etaj final în contratimp, în clasă B cu tranzistoare complementare;

— AAF cu etaj final în contratimp, de clasă B cvasicomplementare;

— AAF de semnal mare în montaj paralel, cu difuzor cu priză mediană;

— AAF cu etaj final fără transformator de ieșire și cu difuzor conectat la priza mediană a sursei de alimentare.

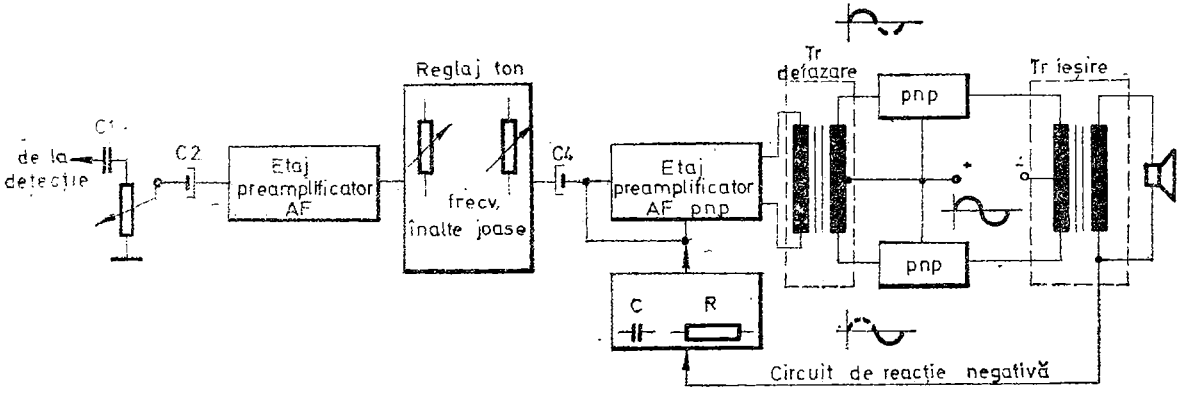


Fig. 44. Schema bloc a AAF cu etaj final în contratimp.

Spațiul nu permite să redăm schemele de principiu ale tuturor variantelor și au fost alese doar două tipuri de AAF mai reprezentative asupra cărora se va face analiza funcțională a elementelor de circuit.

Amplificator AF cu etaj final în contratimp (fig. 45). Este un montaj paralel în clasă B, ce poate furniza o putere de 1 W.

C_1 (0,1 ... 10 μF/12 V) este condensatorul de cuplaj cu AAF. O valoare mai mare nu are influență electrică, iar o valoare mai mică are ca efect atenuarea frecvențelor AF.

R_1 (5 ... 50 kΩ) este potențiometrul de volum cu caracteristica de variație a rezistenței pozitiv logaritmică. O valoare mai mare are ca efect o modificare necorespunzătoare a caracteristicii de reglaj a volumului, iar o valoare mai mică conduce la o pierdere a puterii de intrare.

C_2 (0,5 ... 10 μF/12 V) este condensatorul de cuplaj cu baza tranzistorului T_1. Modificarea lui are aceleași efecte ca și C_1.

R_2 (0,5 ... 2 MΩ) este rezistorul de stabilire a polarizării bazei tranzistorului T_1. O valoare mai mare micșorează tensiunea de polarizare a bazei, avînd ca efect apariția distorsiunilor neliniare pentru puterea nominală de ieșire, iar o valoare mai mică mărește tensiunea de polarizarea bazei ceea ce produce apariția distorsiunilor neliniare și pericolul de străpungere a joncțiunii BC.

R_3 (5 ... 50 kΩ) este rezistorul de sarcină a tranzistorului preamplificator T_1. O valoare mai mare nu mărește puterea de ieșire, iar o valoare mai mică face să apară distorsiuni neliniare.

C_3 este condensatorul de cuplaj cu tranzistorul T_2 și are aceleași caracteristici și efecte ca și C_2.

R_4 (3 ... 20 kΩ) este rezistorul de închidere a circuitului bazei. O valoare mai mare decît cea indicată pe schemă mărește tensiunea de polarizare a bazei, ceea ce are ca efect reapariția distorsiunilor neliniare și pericolul de supraîncărcare a tranzistorului T_2, iar o valoare mai mică micșorează tensiunea de polarizare a bazei și implicit apariția distorsiunilor.

R_5 (15 ... 100 kΩ) este rezistorul divizor de tensiune pentru bază. Valoarea lui R_5 este dependentă de R_4. Suma rezistențelor R_4 și R_5 se alege în funcție de curentul care le

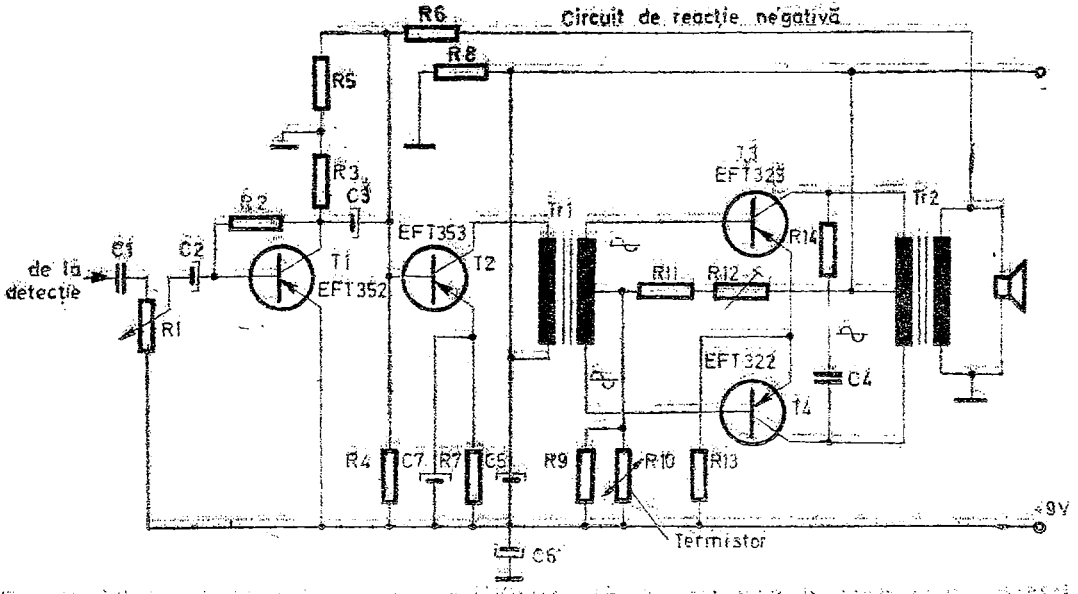


Fig. 45. Schema de principiu a unui amplificator AF cu etaj final în contratimp, montaj paralel cu tranzistoare.

străbate, astfel încît acesta să fie de aproximativ de 10 ori mai mare decît curentul bazei tranzistorului. O valoare mai mare a lui R_5 micșorează tensiunea de polarizare a bazei și apar distorsiunile. O valoare mai mică mărește tensiunea de polarizare și supraîncărcarea tranzistorului T_2.

R_6 (20... 500 kΩ) este rezistorul de reacție negativă. O valoare mai mare micșorează reacția negativă, mărește amplificarea și crește distorsiunile și pericolul de instabilitate, iar o valoare mai mică reduce amplificarea, scad distorsiunile, crește stabilitatea etajului și se mărește banda de AF transmisă.

C_6 (100... 1000 μF/12 V), este condensatorul de baterie pentru etajele preamplificatoare. O valoare mai mare nu modifică parametrii, cu excepția consumului mărit de la baterie datorită curentului de fugă. O valoare mai mică produce reacții între etajele amplificatorului prin rezistența internă a bateriei.

R_7 (200Ω... 3 kΩ), este rezistorul de emitor pentru polarizarea tranzistorului T_2 și stabilizarea termică a etajului. O valoare mai mare are ca efect o mai bună stabilizare cu temperatura, în schimb crește coeficientul de distorsiuni neliniare. O valoare mai mică duce la supraîncălzirea tranzistorului T_2 și la creșterea distorsiunilor datorită măririi tensiunii de polarizare.

C_5 (100 — 1000 μF/12 V) este condensatorul montat în paralel cu bateria de alimentare care reduce efectul produs de creșterea rezistenței interne a sursei de alimentare. O valoare mai mare nu are efect electric sau determină o decuplare mai bună a etajelor AF. O valoare mai mică mărește pericolul de autooscilație a AAF datorită reacției pozitive ce se produce prin intermediul rezistenței interne a sursei de alimentare.

C_7 (10Ω... 100 μF) este condensatorul de decuplare a rezistenței de emitor. O valoare mai mare nu afectează performanțele etajului, iar o valoare mai mică dezavantajează frecvențele joase audio prin reacția negativă de pe emitor. Același efect are și dacă se întrerupe circuitul lui C_7.

R_8 (100Ω... 1 kΩ) este rezistorul de filtrare a tensiunii de alimentare a preamplificatorului. O valoare mai mare micșorează tensiunea de alimentare a preamplificatorului și îi scade amplificarea, iar o valoare mai mică scade stabilitatea

preamplificatorului prin reacția pozitivă (autooscilație) în lanțul FA.

R_9 (100 ... 500 Ω) este rezistorul montat în paralel cu termistorul R_{10}, cu care formează împreună rezistența de cuplare a bazelor celor două tranzistoare finale T_3, T_4 și care determină polarizarea lor (curentul de repaus). O valoare mai mare afectează simetria semnalelor de comandă, iar o valoare mai mică reduce plaja de stabilizare termică a termistorului și prin aceasta poate crește curentul invers de colector prin autoîncălzire.

R_{10} (25 ... 500 Ω) este termistorul necesar stabilizării termice a tranzistoarelor T_3 și T_4. Caracteristicile lui trebuie să fie adecvate etajului proiectat; în caz contrar există pericolul de distrugere prin „avalanșă" a tranzistoarelor finale.

R_{11} (1 ... 2 kΩ) este rezistorul pentru divizarea tensiunii necesare polarizării bazei tranzistoarelor finale. O valoare mai mare nu permite reglarea curentului de repaus suficient de mare al colectorilor și apariția distorsiunilor de neliniaritate. O valoare mai mică are ca efect imposibilitatea reglării curentului de repaus suficient de mic al colectorilor, astfel că apar distorsiuni de neliniaritate și bateriile de alimentare se consumă rapid.

R_{12} (0,1 ... 5 kΩ) este rezistorul ajustabil pentru reglarea curentului de repaus al etajului final. O valoare mai mare face dificilă reglarea la valori mici a acestui rezistor, iar o valoare mai mică nu permite obținerea unei valori mici pentru Ic și deci cresc distorsiunile neliniare și consumul de la baterii.

R_{13} (0,2... 10 Ω) este rezistorul de emitor al tranzistoarelor finale pentru stabilizarea cu temperatura. O valoare mai mare micșorează puterea de AF a etajului, iar o valoare mai mică micșorează factorul de stabilizare cu temperatura în etajul final.

R_{14} (20 ... 200 Ω) este rezistorul de amortizare pentru autooscilații și de racordare a semiperioadelor obținute în circuitul de ieșire al etajului final. O valoare mai mare reduce aceste efecte, iar o valoare mai mică micșorează puterea de ieșire a frecvențelor audio înalte.

C_4 (0,05 ... 5 μF) este condensatorul pus în serie cu R_{14} și are același rol ca R_{14}. O valoare mai mare micșorează

puterea de ieșire, iar o valoare mai mică reduce stabilitatea la autooscilație a etajului final.

Amplificator AF, montaj serie cu tranzistoare complementare.

Rolul pieselor și influența modificării parametrilor acestora asupra performanțelor etajului AAF cu tranzistoare complementare și etaj de excitație va fi analizat după schema de principiu din figura 46.

C_1, C_2, C_4 au valori a căror modificare au aceleași efecte ca și C_1, C_2, C_3 din schema prezentată în figura 45.

R_1 echivalent cu R_1 din figura 45.

R_2, R_3, R_5 echivalente cu R_2 din figura 45.

R_9 echivalent cu R_6 din schema precedentă.

R_{13} este echivalent cu R_{12}, R_{13} din figura 45.

R_4 (1 ... 20 k Ω) este rezistorul de sarcină a transformatorului T_1 și echivalează cu R_3 din schema precedentă.

R_8 corespunde ca valori și funcțiuni cu R_7.

C_5 corespunde cu C_7.

C_6 (100 ... 1000 μF) este condensatorul filtrului de decuplare a etajelor AF. O valoare mai mare determină o decuplare mai bună. O valoare mai mică sporește pericolul de autooscilație a amplificatorului.

R_{10}, C_{10} sînt elementele circuitului de reacție negativă similare cu R_6 din figura 45.

R_{11}, R_{13} sînt echivalente cu R_6, R_{10} din figura 45.

C_{11} (50 ... 1000 μF) este condensatorul de cuplare a difuzorului la etajul final. O valoare mai mare nu modifică performanțele etajului final dacă e de putere mare la ieșire. O valoare mai mică distorsionează frecvențele joase audio.

C_{12} (100 ... 1000 μF) este condensatorul care reduce efectul produs de creșterea rezistenței interne a sursei de alimentare (la epuizarea bateriei). O modificare a valorii produce o decuplare mai bună. O valoare mai mică produce autooscilația amplificatorului datorită reacției pozitive prin intermediul rezistenței interne a sursei de alimentare.

Blocul de alimentare

Pentru alimentarea radioreceptoarelor tranzistorizate portabile cu puteri mici, de 0,1 — 1 W la ieșire, bateriile de elemente uscate sau acumulatoarele cu capsule de cadmiu-nichel asigură o audiție normală. La scăderea tensiunii bate-

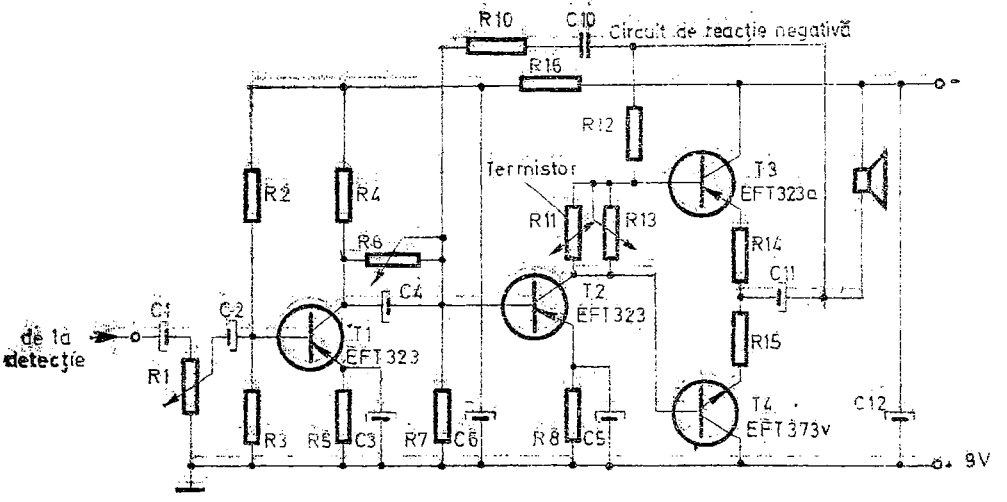


Fig. 46. Schema de principiu a unui amplificator AF, montaj serie cu tranzistoare complementare și etajul de excitație.

riilor prin descărcare, performanțele radioreceptoarelor scad 6—15 dB.

În cazul aparatelor cu putere mai mare se utilizează redresoare obișnuite monoalternanță sau dublă alternanță cu filtru LC, RC, sau prin tranzistor și stabilizare prin diode Zener pentru ca tensiunea de alimentare să nu varieze în ritmul pulsațiilor de curent, ceea ce ar produce distorsiuni (fig. 47, a, b).

Dacă redresorul nu este stabilizat (fig. 47, a), datorită consumului variabil de curent al etajului final (clasă B), apar distorsiuni neliniare supărătoare.

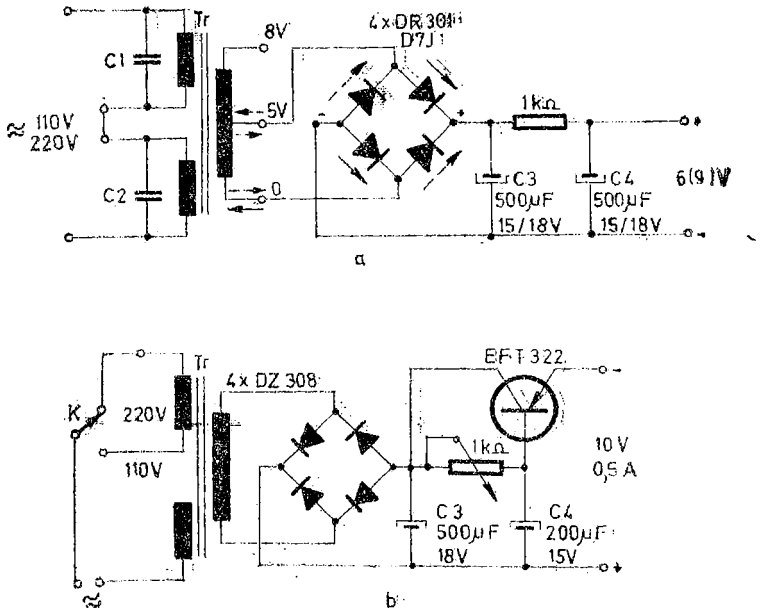
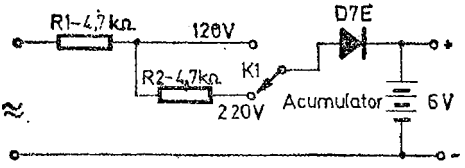
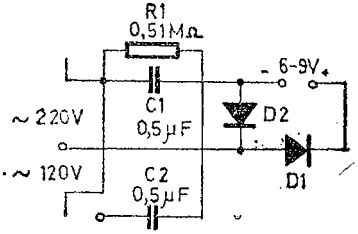


Fig. 47. Scheme de alimentatoare pentru radioreceptoare cu tranzistoare: *a* — redresor simplu; *b* — redresor cu stabilizator.

Elementele blocului de alimentare pentru receptoare cu tranzistoare sînt: un cuadripol de adaptare sub formă de transformator pentru a permite alimentarea de la rețeaua de curent alternativ, iar în cazul receptoarelor de automobil se utilizează o rețea de adaptare rezistivă; un redresor; o rețea de filtrare a tensiunii redresate cu filtru RC și uneori LC.

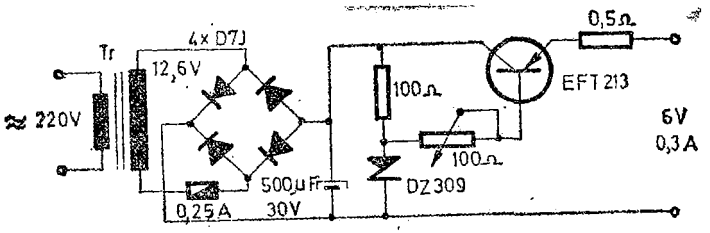


c

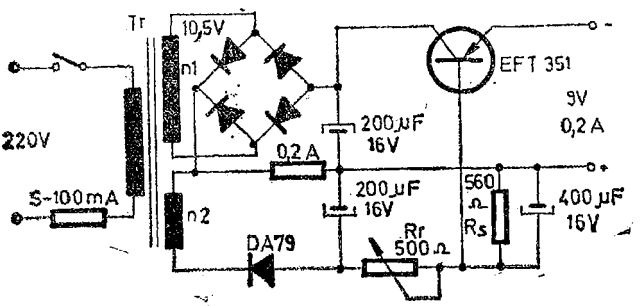


d

Fig. 47. *c* — încărcător de acumulator cadmiu-nichel; *d* — redresor pentru încărcarea acumulatoarelor miniatură; *e* — redresor cu diodă Zener; *f* — redresor cu diodă și tranzistor amplificator.



e



f

În figura 47 sînt prezentate mai multe scheme de alimentatoare și încărcătoare de miniacumulatoare pentru radioreceptoarele cu tranzistoare, astfel:

a — redresor nestabilizat cu transformator și redresare în punte cu filtru π;

b — redresor cu tranzistor în celula de filtraj pentru alimentarea aparatelor de puteri mici (0,5 W);

c — dispozitiv de încărcare a acumulatoarelor miniaturale de cadmiu-nichel;

d — o variantă de redresor încărcător de miniacumulatoare, fără transformator;

e — redresor stabilizat prin diodă Zener cu tensiune reglabilă cu ajutorul potențiometrului de 100 Ω;

f — redresor la care tensiunea de referință se obține de pe înfășurarea secundară n_2 (redresată de dioda SD_1) și tensiunea de referință se reglează cu ajutorul potențiometrului R_r.

În aparatele alimentate de la baterie, pentru a preîntîmpina dezacordarea aparatului, deriva frecvenței OL și a menține stabilitatea generală a amplificării FI datorită subneutrodinării, se iau măsuri de a se stabiliza tensiunea de alimentare a părții de RF și UUS prin scheme specifice.

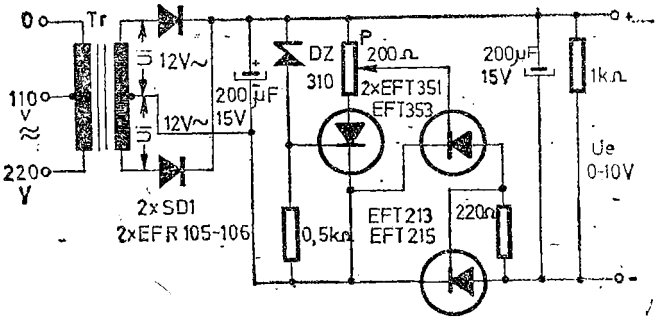


Fig. 48. Schema unui redresor cu tensiune reglabilă.

În figura 48 este prezentată o schemă de alimentator care poate asigura la ieșire o tensiune reglabilă între 0 și 10 V. Valorile pieselor și tensiunilor sînt trecute pe schemă. În sarcină, redresorul livrează un curent de circa 1 A.

Dioda Zener D 310 determină valoarea tensiunii maxime la ieșire U_e care poate fi modificată între 0...10 V cu ajutorul potențiometrului P.

Tranzistoarele se folosesc în celule de filtraj și stabilizare pentru a evita variațiile de tensiune, datorită consumului variabil al receptorului. Stabilitatea cu temperatura, cît și stabilizarea montajului sînt asigurate de dioda Zener și de tranzistoare.

Stabilizatorul se comportă la bornele „+" și „—" ca un generator de tensiune constantă.

Atunci cînd impedanța sarcinii scade și deci tensiunea la borne tinde să scadă, polarizarea bazei în raport cu emitorul tinde să crească datorită faptului că tensiunea de referință aplicată bazei este stabilizată de către dioda Zener SD_1. Ca urmare a creșterii tensiunii de polarizare a bazei, crește curentul colector-emitor, ceea ce are ca efect compensarea scăderii tensiunii la borne. De aceea, montajele de acest gen se mai numesc și „compensatoare". Deci, între bază și emitor se menține o tensiune fixă, la variații mari ale curentului de colector.

Curentul debitat depinde de caracteristicile tranzistorului și el nu trebuie să depășească valorile maxime indicate în cataloage. La un curent de pînă la 200 mA se va folosi un tranzistor de tip EFT 131 sau AC 180 K cu factor de amplificare în curent de minimum 30.

Pentru montajul din figura 48, transformatorul de rețea are secțiunea miezului de 4 cm², primarul 2 × 1350 de spire din conductor Cu-Em cu $\varnothing = 0{,}2$ mm, iar secundarul 2 × 178 de spire din conductor Cu-Em cu $\varnothing = 0{,}6$ mm.

Rolul pieselor și influența modificării asupra performanțelor alimentatorului se analizează, în general, pentru toate montajele din figura 47 și 48.

S — siguranța fuzibilă se calibrează în funcție de consumul radioreceptorului. O valoare mai mare poate provoca deteriorarea unor piese în caz de scurtcircuit. O calibrare pentru curent mai mic întrerupe întreaga funcționare, mai ales la șocuri de curent.

C_1, C_2 sînt condensatoarele filtrului de rețea avînd valori de ordinul nanofarazilor. Valori mai mici, provenite din

pierderea capacității în timp, fie prin înlocuire, produc zgomot de rețea și reducerea raportului semnal/zgomot. Valori mai mari sau străpungerea acestor condensatoare conduc la creșterea curentului preluat de la rețea, eventual scurtcircuitarea rețelei sau punerea ei la masă (electrocutare).

Tr este transformatorul de rețea care poate prezenta spire în scurtcircuit sau întreruperea înfășurărilor. În primul caz se încălzește excesiv transformatorul, în al doilea caz încetează funcționarea receptorului.

D_1, D_2, D_3, D_4 formează puntea redresoare. Creșterea rezistenței de conducție (directe) din punct duce la micșorarea tensiunii redresate. Aplicarea de valori mai mari dispozitivelor redresoare duce la distrugerea lor, iar micșorarea rezistenței inverse a celulelor redresoare duce la creșterea tensiunii de zgomot datorită măririi tensiunii pulsatorii.

C_3, C_4 sînt condensatoarele de filtrare avînd valori de ordinul microfarazilor. O valoare mai mare a lui C_3 poate produce deteriorarea sau arderea elementului redresor datorită curentului de încărcare mare preluat de C_3 în regim tranzitoriu. O valoare mai mică a lui C_3 reduce tensiunea redresată și face să crească zgomotul de rețea. O valoare mai mare a lui C_4 îmbunătățește filtrarea tensiunii redresate.

R (0,5 — 2 kΩ) este rezistența de filtrare. La o valoare mai mică crește tensiunea redresată, dar cu zgomot de rețea mărit, iar o valoare mai mare duce la micșorarea tensiunii redresate și de pulsație, eventual la întreruperea tensiunii de alimentare. Puterea de disipație a rezistenței de filtrare trebuie să fie în raport cu curentul ce o străbate.

D este dioda cu siliciu de tip Zener avînd rol de stabilizatoare de tensiune, bazată pe modificarea parametrilor neliniari la modificarea tensiunii de intrare sau a rezistenței de sarcină. Pentru variații în anumite limite a curentului invers, tensiunea pe diodă rămîne aproximativ constantă, corespunzînd cu tensiunea medie de stabilizare $U_{st\ med}$.

4. Particularități privind radioreceptoarele speciale

Pentru familiarizarea radioamatorului cu unele particularități privind schemele diferitelor tipuri de radioreceptoare tranzistorizate, se va face o scurtă analiză a blocurilor funcționale pentru tipurile speciale.

În cadrul aparatelor speciale se includ:

— radioreceptoarele de trafic, care nu intră în tematica acestei lucrări;

— radioreceptoare pentru autovehicule;

— radioreceptoare stereofonice;

— radioreceptoare cu circuite integrate.

Radioreceptoare pentru autovehicule

Cu toată denumirea lor specifică, acestea nu prezintă particularități constructive însemnate față de receptoarele de uz general, decît în ceea ce privește condițiile în care funcționează. Astfel, trebuie să fie compact și robust spre a nu fi influențat de trepidațiile autovehiculului. Pentru reducerea efectului cîmpurilor parazite, aparatul de recepție trebuie să fie ecranat, iar difuzorul care trebuie să aibă o putere de minimum 2 W se montează separat.

Reglajul automat al amplificării trebuie să compenseze variațiile mari ale cîmpului electromagnetic care se modifică în timpul deplasării autovehiculului.

Datorită dimensiunilor reduse ale antenei de recepție se impune o sensibilitate mare a radioreceptorului. Alimentarea cu energie electrică făcîndu-se din bateria de acumulatoare se iau măsuri suplimentare de antiparazitare.

Acordul circuitelor aparatului de realizează, în general, din inductanțe variabile.

În figura 49 este prezentată schema bloc a unui aparat conceput ca o combinație între un radioreceptor portabil cu difuzor avînd un amplificator final de 200 mW putere, alimentat din baterii uscate și, separat, un etaj amplificator final de putere (3 W), alimentat din bateria de acumulatoare a autovehiculului.

Borna de antenă A_0 corespunde antenei ca aparat portativ, iar borna A_a antenei de autovehicul, acordată printr-un trimer. Printr-o priză la circuitul de intrare se cuplează capacitiv etajul preamplificator de RF echipat cu tranzistorul

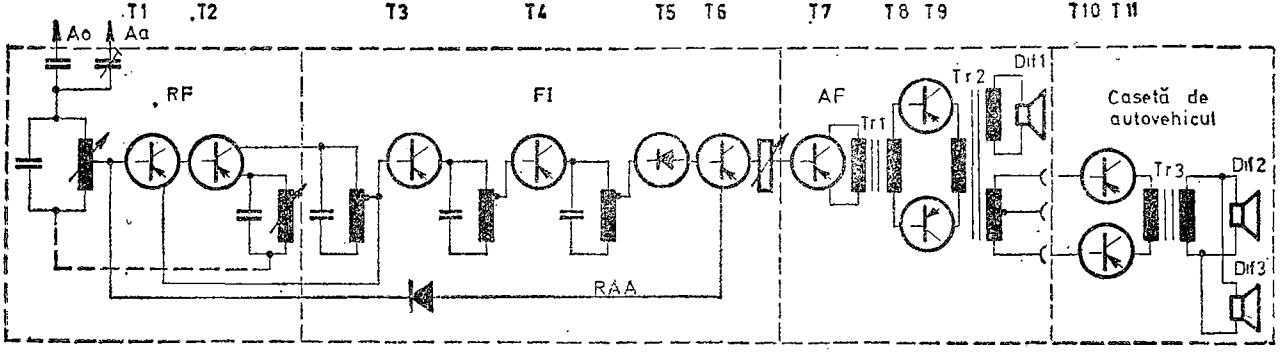


Fig. 49. Schema bloc a unui radioreceptor superheterodină MA pentru autovehicule.

T_1. Tranzistorul T_2 lucrează ca SF autooscilator. Circuitul OL este în serie cu primul circuit de FI, care comandă printr-un bobinaj de cuplaj tranzistorul T_2 al primului etaj de FI.

Al doilea etaj de FI, echipat cu tranzistorul T_4, apoi T_5, montat ca diodă, legat la cel de-al treilea circuit de FI. Ultimul tranzistor T_6 este conectat direct la T_5 și lucrează ca amplificator de tensiune continuă, dependent de energia de RF a postului recepționat și ca amplificator de AF după demodulare cu tranzistorul T_5. Tensiunea demodulată și amplificată este aplicată prin dioda D_1 ca tensiune de reglare RAA.

Tensiunea de AF, culeasă la cursorul potențiometrului de volum, este amplificată de tranzistorul de excitație T_7, care la rîndul lui excită etajul final de putere 300 mW, în contratimp, clasă B echipat cu T_8 și T_9.

Etajul de excitație se cuplează cu cel final prin transformatorul Tr_1, ca și etajul final de difuzor prin Tr_2.

Caseta de autovehicul este echipată cu două tranzistoare T_{10} și T_{11}, în contratimp, clasă B, de putere 3 W, care alimentează prin Tr_3 cele două difuzoare montate fix în autovehicul.

Radioreceptorul a cărui schemă bloc este prezentată în figura 50, a este diferit de cel descris mai sus, deoarece este destinat recepției emisiunilor cu MA și MF. În acest scop are cîte un etaj amplificator de RF atît pentru MA, cît și pentru MF.

Două etaje de FI sînt comune pentru MA și MF, iar pentru UUS (MF) se aplică de la ieșirea discriminatorului semnalul CAF pe OL. Etajul ARF este controlat de RAA în blocul UUS. Pentru partea de MA, reglajul automat al amplificării RAA controlează atît etajele de FI, cît și ARF.

Alimentarea unui radioreceptor cu tranzistoare pentru autovehicule se impune a fi făcută de la bateria acumulatorului pentru care există soluția de a lua o priză de 6 sau 12 V. Nu este recomandabil însă a introduce în serie cu aparatul un rezistor ca balast, deoarece aceasta ar fi posibil numai în cazul unui aparat electric cu consum constant, iar un radioreceptor cu etaj final în clasă B are un consum variabil,

în funcție de nivelul semnalului amplificat. Montînd un rezistor calculat cu precizie chiar, va face ca atunci cînd se reglează volumul la maximum audiția să fie foarte slabă, iar cînd volumul va fi minimum tensiunea să crească foarte mult din lipsa consumului și ar distruge tranzistoarele.

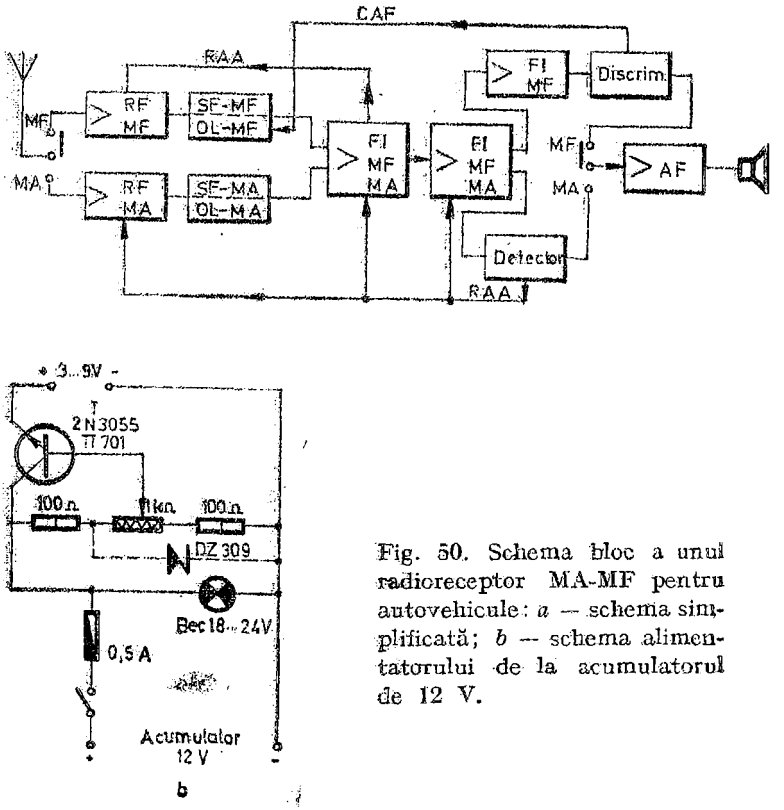


Fig. 50. Schema bloc a unui radioreceptor MA-MF pentru autovehicule: *a* — schema simplificată; *b* — schema alimentatorului de la acumulatorul de 12 V.

Prevenirea unui asemenea neajuns se face montînd un alimentator special, prezentat în schema din figura 50, b. El este alcătuit dintr-un circuit de reducere de tensiune serie, cu un tranzistor de putere cu siliciu (10 W), cu radiator termic de minimum 50 cm². Montajul va fi izolat de carcasa automobilului la care se leagă de obicei unul din polii

bateriei acumulatorului. Rezistorul variabil de 1 k Ω este o sarcină artificială prin care se reglează tensiunea necesară alimentării radioreceptorului.

Fig. 51 *(planșă la sfîrșitul cărții)*

Radioreceptorul „Sinaia", a cărui schemă de principiu este prezentată în figura 51, este produs de Uzinele „Electronica" și destinat a fi montat pe autovehicule. Are o construcție robustă, iar acordul în gama de frecvențe (UL și UM) cu modulație de amplitudine se obține din inductanțe variabile.

În componența sa intră zece tranzistoare și patru diode. Schema conține etajele unei superheterodine clasice cu ARF, 4 FI și etaj final în contratimp cu transformator de defazare și transformator de ieșire. Alimentarea se poate face din bateria de acumulatoare atît de la 6 V, cît și de la 12 V.

Antiparazitarea autovehiculelor, din punct de vedere radiofonic, este o problemă care trebuie cunoscută și de radioamatori spre a ști cum s-o rezolve, deoarece oricîte calități ar avea un radioreceptor, el nu dă rezultate satisfăcătoare dacă audiția este mai mult sau mai puțin perturbată de paraziți radiofonici.

Trebuie cunoscut că odată cu procurarea unui radioreceptor pentru automobile se livrează și setul de piese antiparazitare corespunzătoare care vor trebui montate corect în locurile prevăzute în schema de instalație. De asemenea, mai există autovehicule cu antiparazitare parțială sau lipsind total. Cum se procedează?

După montarea aparatului de radiorecepție, se va pune în funcțiune și, avînd motorul oprit, se vor recepționa cîteva posturi. Dacă după pornirea motorului apar în difuzor pocnituri și fîșîit, care cresc sau scad în intensitate, în funcție de turația motorului, înseamnă că sursa de paraziți electrici se află în instalația electrică a autovehiculului.

Se scot din funcțiune toți consumatorii ca: semnalizatoarele, ștergătorul de parbriz, ventilatorul, aprinzătorul de țigări etc., apoi se mărește turația motorului în gol, avînd receptorul de radio deschis. Dacă la întreruperea aprinderii perturbațiile dispar, cauza este instalația de aprindere. Dacă perturbațiile se mențin pînă se oprește motorul de la sine, atunci cauza se datorează generatorului și releului regulator.

În cazul că verificînd starea conductorilor de aprindere și distanța dintre electrozii bujiilor se constată că sînt în stare normală, atunci se controlează dacă rezistoarele de antiparazitare din circuitul de aprindere nu au o valoare sub 5 kΩ.

Dacă la aprindere totul pare normal se va verifica distribuitorul. Antena poate deveni și ea sursă de paraziți în cazul că nu este fixată bine de caroserie

Se va urmări apoi modul cum sînt executate legăturile releului regulator și ale generatorului, starea periilor, claxonul, semnalizatoarele etc.

Pentru suprimarea paraziților la sursă, se dă în tabelul II valoarea elementelor de antiparazitare cu indicarea locului unde pot fi montate pentru a fi cît mai eficiente. O altă montare nejustificată și negîndită a unor alte piese nu va rezolva problema.

Radioreceptoare pentru emisiuni stereofonice

Prin stereofonie se înțelege asigurarea iluziei unei audiții cu efect de perspectivă acustică a diferitelor surse sonore distribuite în spațiu (instrumente muzicale, soliști vocali etc.). Precizarea poziției surselor sonore în spațiu se datorește directivității auzului uman efectuat cu ajutorul a două urechi. Diferența de intensitate și de timp este percepută simultan de organul auditiv, creînd senzația de direcție.

Calitatea de redare monofonică a sunetului, care stă azi la dispoziția marelui public, nu satisface, suferă încă de un număr apreciabil de defecte: în redarea imperfectă a frecvențelor audio foarte joase și foarte înalte apar uneori distorsiuni, zgomote perturbatoare și alte neajunsuri cărora li se caută remediu printr-o nouă tehnică modernă de înregistrare și reproducere a sunetului — stereofonică.

Utilizînd un singur canal (microfon-difuzor), transmisiunile monofonice realizează relieful sonor numai prin unghiul de ascultare fără să redea localizarea subiectiv determinată a direcției, cît și atmosfera acustică, acea senzație de a fi prezent în spațiul în care se produce efectul sonor.

Stereofonia reușește, ca prin introducerea unui al doilea canal să întregească „perspectiva" sonoră și să redea cît mai fidel sunetul. Ceea ce s-a reușit în ultimii ani să se realizeze în redarea stereo cu ajutorul discurilor și benzilor magnetice s-a extins și la radiodifuziune. Procedeul bicanal poate fi

realizat prin mai multe metode, practic fiind utilizate doar următoarele:

— utilizarea a două microfoane identice, așezate la distanță de 20 cm... 2 m, fiecare microfon corespunzînd unui canal, ceea ce creează diferențe de fază și de intensitate;

— utilizarea a două microfoane cu caracteristici diferite (unul în formă de cardioidă, altul în formă de opt), care recepționează informația integral printr-un singur canal;

— procedeul cu două microfoane identice, plasate pe axe decalate cu 90°, care oferă și posibilitatea recepției monofonice;

— pseudostereofonia, care creează o senzație de prezență în apropiere a soliștilor, fără a permite însă localizarea surselor de sunet.

Pentru difuzarea prin radio a programelor stereofonice veritabile s-a adoptat, dintre mai multe sisteme, cel cu frecvență pilot, care oferă fidelitate în redare, compatibilitate ca emisiunile stereofonice să poată fi ascultate și monofonic, raportul semnal/zgomot mic, lărgimea de bandă să nu difere mult față de sistemul monofonic etc.

Recepția programelor stereofonice este posibilă fie prin folosirea aparatelor special construite pentru stereofonie, fie prin adaptarea radioreceptoarelor monofonice la emisiunile stereofonice.

Radioreceptoarele stereofonice nu diferă din punct de vedere constructiv de cele monofonice MF decît prin adăugarea dispozitivului de decodare și a două canale independente de audio-frecvență. Uzinele „Electronica" au construit un radioreceptor stereo „Bucur", care a fost pus în vînzare pe piața noastră.

Analizînd schema bloc din figura 52 se constată că un radioreceptor stereo are în plus, față de un receptor pentru UUS monofonic, etajele decodor și cele două canale de AF. Variantele moderne conțin două unități independente: tunerul MF stereo[1] și AAF dublu de înaltă fidelitate.

[1] *Tunerul* este acea porțiune dintr-un radioreceptor care conține circuitele de acord pe diferite frecvențe, asamblate uneori într-o unitate separată (de la engl. to tune = a ajusta frecvența de rezonanță a unui circuit la o valoare dorită). Furnizează un semnal audio (de ordinul fracțiunilor de volt), care se aplică la intrarea unui amplificator AF.

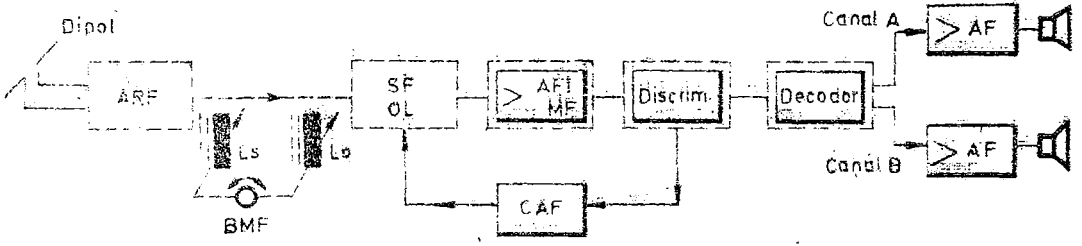


Fig. 52. Schema bloc a radioreceptorului stereofonic.

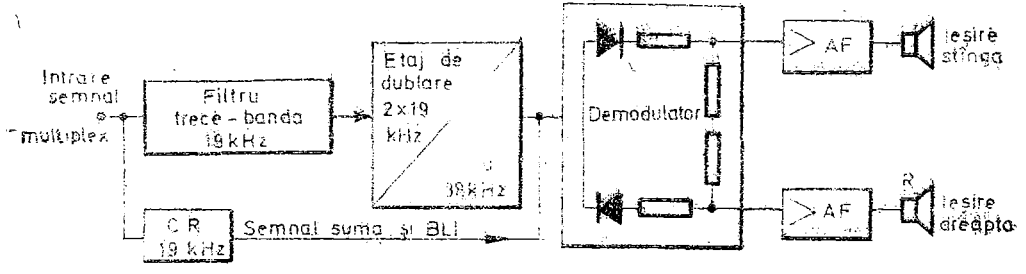


Fig. 53. Schema bloc a unui decodor cu detecția anvelopei de modulație.

Etajele specifice radioreceptoarelor stereo sînt: Blocul UUS, AFI, RAA, LA, discriminator, AAF și decodorul stereo.

Decodorul stereo trebuie să îndeplinească următoarele funcțiuni:

—selectarea și amplificarea semnalului pilot de 19 kHz;

—dublarea frecvenței semnalului pilot de 19 kHz în 38 kHz;

—extragerea informației stereo;

—combinarea informației stereo cu purtătoarea auxiliară;

—separarea căilor printr-un demodulator.

În rezumat, decodorul stereofonic (fig. 53) operează pornind de la semnalul multiplex stereofonic astfel: semnalul pilot cu frecvența de 19 kHz este aplicat unui dublor de frecvență, la ieșirea căruia se obține un semnal avînd frecvența subpurtătoarei suprimată la emisie (38 kHz). Semnalul cu frecvența de 38 kHz se aplică, împreună cu semnalul stereofonic auxiliar, unui etaj detector de amplitudine; la ieșirea acestuia se obține semnalul diferență L—R. Semnalele L+R și L—R (din cele două canale) se aplică la intrarea unui circuit filtru sumă-diferență, obținîndu-se la ieșirea acestuia semnalele L și R (în cîte un difuzor fiecare) — semnalul stereofonic.

În afară de această schemă, denumită cu detecția anvelopei, se mai utilizează și schemele de decodor cu matrice (cu însumare), decodor cu matrice și decodor cu multiplexaj în timp, care, fiind mai complexe, nu formează obiectul lucrării de față.

Radioreceptor cu circuite integrate

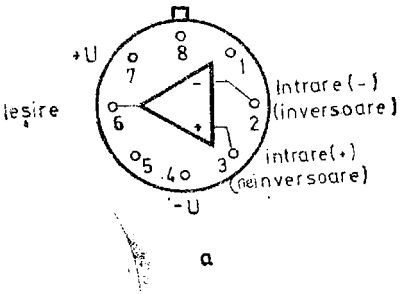
Avînd în vedere interesul crescînd al radioamatorilor pentru întrebuințarea din ce în ce mai largă a circuitelor integrate în aparatele de radio, televizoare și magnetofoane este necesar să prezentăm, sumar, unele aspecte ale funcționării și folosirii acestor noi creații tehnice.

Plecînd de la schema bloc a unui receptor MF, figura 53, circuitele integrate rezolvă, în mod economic și superior din punct de vedere al performanțelor, probleme ca: unificarea schemelor, reducerea dimensiunilor radioreceptoarelor, siguranța în exploatare a etajelor de AFI-MF, limitator de-

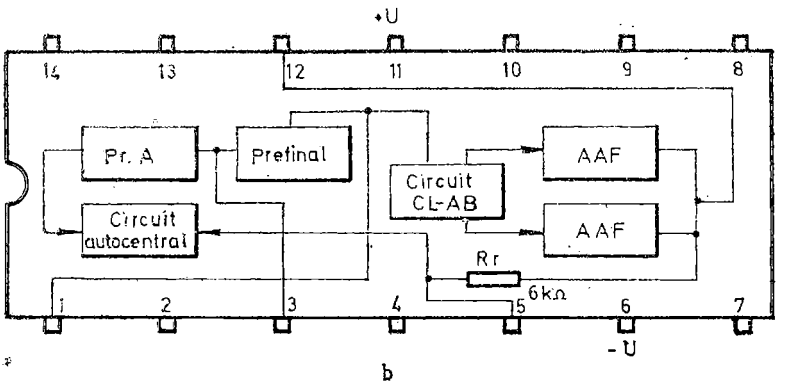
modulator, decodor stereo, preamplificator și defazor audio. Circuitele integrate oferă deci posibilitatea realizării funcțiilor esențiale dintr-un radioreceptor.

Pentru constructorii amatori care doresc să se inițieze în realizarea și depanarea montajelor cu circuite integrate prezentăm mai jos unele considerații generale și sfaturi practice privind acest subiect.

Circuitul integrat (Ci) este un bloc funcțional hibrid format din elemente electronice conectate inseparabil pe sau în interiorul unui substrat (material fizic) continuu, îndepli-



a



b

Fig. 54. Capsule de circuite integrate cu numerotarea terminalelor: *a* — Ci circular; *b* — Ci dreptunghiular (TBA 970 KSB)-etaj AAF.

nînd funcția mai multor etaje. Structural, Ci conține tranzitoare, diode, condensatoare și rezistoare, în numărul necesar cerut de funcționarea etajului pentru care a fost conceput.

Tehnica circuitelor integrate cunoaște metoda monolitică și metoda hibridă. Ca urmare a reducerii numărului de conexiuni și deci a numărului de suduri, Ci se caracterizează prin fiabilitate mult mai mare (durata de funcționare optimă) decît a circuitelor discrete, prin viteză de comutație foarte mare (conexiuni reduse și componente microscopice), prin cost redus etc.

Circuitele integrate se prezintă practic fie sub forma unei capsule de tip tranzistor, cu 8... 40 terminale dispuse circular (fig. 54,a), fie sub formă dreptunghiulară (fig. 54,b), cu terminalele dispuse pe două rînduri (dual, în linie). Se menționează că numeroatarea se consideră privind piesa de sus și nu din partea terminalelor, cum se procedează la tuburi electronice și tranzistoare.

La capsulele cu Ci circulare terminalul nr. 1 are ca punct de reper o aripioară de ghidaj, iar la cele dreptunghiulare terminalul nr. 1 este marcat cu un punct și partea respectivă prezintă o degajare semicirculară.

Se remarcă existența la unele Ci a două intrări: intrarea cu semnul plus se numește neinversoare, iar intrarea cu semnul minus inversoare; la alte Ci (porți logice, oscilator etc.) nu există intrări inversoare și neinversoare.

Alimentarea Ci cu tensiune continuă diferă de cea a montajelor cu tranzistoare. Unele tipuri necesită surse duble de tensiune, care să prezinte un pol pozitiv și un pol negativ, ambii considerați față de un punct de masă comun. Cele mai multe tipuri folosesc tensiuni egale (de exemplu +9V și —9V) față de masă. Altele funcționează bine și cu o sursă mică de tensiune (fig. 55).

La Ci trebuie notate în mod consecvent toate tensiunile în raport cu un punct comun de masă și nu cum se obișnuiește $+U$ și $-U$, fără a preciza care este punctul de referință. Unele firme producătoare de circuite integrate notează cu simbolurile V_{EE} și V_{CC} terminalele corespunzătoare alimentării cu tensiune pozitivă și respectiv negativă, iar altele notează simplu $V+$ și $V-$, înțelegîndu-se prin aceasta că sînt necesare, de exemplu, două surse de alimentare de cîte 9 V fiecare, una avînd minusul, iar cealaltă plusul conectate la masă. Se mai poate folosi o sursă de 18 V cu punctul median conectat la masă.

În afara terminalelor corespunzătoare alimentării, intrărilor și ieșirii, multe tipuri de Ci prezintă și alte piciorușe

destinate altor conexiuni. Înainte de a interveni într-un montaj cu CI se recomandă a studia caracteristicile lui după prospectul fabricii producătoare. Practic impedanța de intrare a amplificatoarelor integrate este foarte mare (teoretic infinită, ca și cîștigul), iar impedanța de ieșire foarte apropiată de zero.

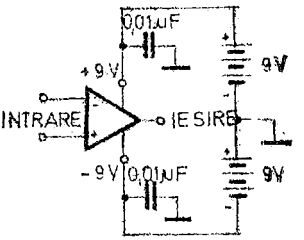


Fig. 55. Alimentarea cu două surse a circuitului integrat.

Majoritatea dispozitivelor rezistă la scurtcircuitări ale ieșirii sau la tensiuni inverse de alimentare pentru intervale foarte scurte, dar nu este indicat să se încerce acest lucru.

Un factor important care trebuie avut în vedere este reacția (feedback-ul), deoarece aceasta comandă cîștigul total al unui amplificator integrat. Practic se poate spune că un feedback aplicat la ieșire pe intrarea inversoare (—) este degenerativ (reduce cîștigul amplificatorului), iar un feedback aplicat pe intrarea neinversoare (+) este regenerativ (producînd oscilații).

5. Dispozitive pentru reglajul radioreceptoarelor

Radioreceptoarele de clasă superioară dispun de o serie de dispozitive de reglaj prevăzute pentru îmbunătățirea calității recepției și audiției. Reglajele exterioare care cer acționare manuală trebuie să fie în general cît mai puține la număr și cu funcționare cît mai sigură și stabilă. În afară de acestea, mai există și reglaje automate.

Reglajele manuale se pot împărți în reglaje cu variație continuă și reglaje în trepte. Reglajele cu variație continuă pot avea ca elemente de funcționare potențiometre, conden-

satoare variabile inductanțe variabile (inductometre sau variometre), inductanțe mutuale cu cuplaj variabil, antene cu ferită (directivitate variabilă) etc.

Reglaje manuale

Reglajele manuale trebuie să fie într-un număr cît mai redus și cît mai simplu de manevrat. În categoria lor se includ sistemele mecanice sau electronice.

Întrerupătorul de pornire-oprire care se găsește combinat cu reglajul intensității sau tonalității audiției sau al schimbării gamei de undă. Acest sistem prezintă multe dezavantaje: uzura potențiometrului prin parcurgerea la fiecare deschidere și închidere a întrerupătorului a întregii curse de rotație a cursorului, iar la defectarea întrerupătorului trebuie schimbată întreaga piesă (inclusiv potențiometrul), astfel încît în ultimii ani pornirea și oprirea aparatului se face prin comandă separată (întrerupător sau claviatură).

Reglajul pe gama de unde se asociază în unele cazuri cu reglajul de pornit-oprit și cu reglajul pentru o funcționare de PU sau magnetofon; în montajele mai vechi se foloseau comutatoare rotative, care au fost înlocuite cu comenzi pe bază de claviatură la care trecerea de pe o gamă pe alta se face direct, fără alte poziții intermediare corespunzătoare altor game. În prezent se tinde spre utilizarea sistemelor statice cu circuite electronice formate din diode de comutare. Unele radioreceptoare dispun de posibilitatea selectării manuale directe a unor „posturi fixe" fie prin circuite acordate pe un post anume, fie prin sisteme mecanice de acord rapid, fie prin circuite electronice.

Comutarea gamelor de undă se poate realiza, în cazul cînd acordul fin se face prin condensator variabil, după schema cu bobine conectate în serie (fig. 56, a) care prezintă avantajul unui număr mai redus de contacte decît al doilea mod de conectare, în paralel (fig. 56,b).

Scala (sau scara) gradată în frecvențe sau în lungimi de undă și un ac indicator permite cunoașterea frecvenței pe care este acordat radioreceptorul. Tot pe scală sînt trecute uneori și punctele cu frecvențele de aliniere exactă a curbei de pading, despre care se va vorbi în Cap. III.

Dispozitivul de acord comandă rotirea axului blocului condensatoarelor variabile principale care, de obicei, este comun pentru toate gamele de undă. În gama de UUS se

utilizează fie inductanțe variabile — ca, de pildă, la receptoarele de automobil —, fie condensatoare variabile de capacitate redusă. Pentru receptoarele combinate MA-MF se utilizează două blocuri de condensatoare (unul pentru MA și unul pentru MF), care la radioreceptoarele mai puțin pretențioase sînt acționate simultan cu același buton.

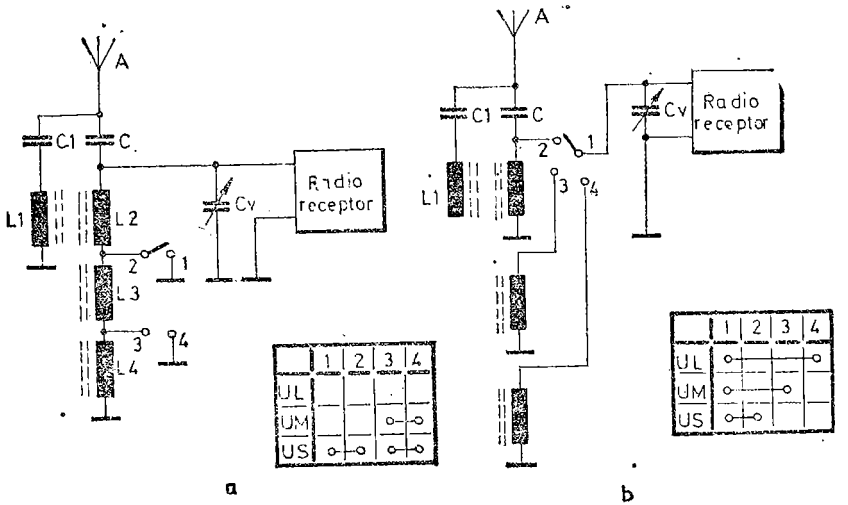


Fig. 56. Schema de principiu a circuitelor de intrare a unui radioreceptor și diagrama contactelor: *a* — circuite conectate în serie; *b* — circuite conectate în paralel.

În ultimul timp a început introducerea de sisteme de reglaj manual a acordului fin bazate pe circuite electronice, realizate cu diode varicap, care își schimbă capacitatea în funcție de tensiunea de curent continuu aplicată. Acest sistem este avantajos pentru miniaturizare, integrare, automatizări și telecomandă a radioreceptoarelor.

Alt mod de variație a acordului fin se face cu circuitele electronice prin sensori capacitivi (aplicînd degetul pe unul din cei doi sensori), iar prin intermediul unei matrici decodoare apare afișată frecvența prin tuburi cu gaz în sistemul 7 segmente (ca la calculatoarele electronice) fie de tip Nixie, fie de tip LED (cu diode fotoemisive galiu-arsen). În acest caz,

sistemul de afișare preia funcția scalei radioreceptorului, oferind o precizie mai bună de citire și comoditate sporită.

Reglajul manual al volumului (intensității) audiției permite stabilirea nivelului mai mare sau mai mic al sunetului, în funcție de cerințe. Reglajul se realizează cu ajutorul unui potențiometru P (2,5...100 k Ω log) legat la intrarea etajelor de AAF.

Datorită sensibilității urechii umane, mai mică pentru frecvențele audio înalte și joase (efect accentuat cu cît nivelul audiției este mai scăzut), uneori reglajul de volum este oarecum compensat, asociindu-se concomitent și un reglaj de ton pentru a avea senzația păstrării unei redări fidele.

Atenuarea variabilă cu frecvența și cu poziția cursorului se poate compensa prin adăugarea între extremitatea superioară (spre baza tranzistorului) a unui condensator fix sau chiar trimer de 0...50 pF (C_1 — fig. 102) prin care se poate regla curba de răspuns după dorință.

O compensare suplimentară se poate obține prevăzînd pe potențiometru o priză mediană la care se conectează un grup format dintr-un condensator (100 nF) și un rezistor (1,8 kΩ) în serie, legate la masă. În acest fel, cu cît cursorul potențiometrului este mai jos (în schemă), cu atît frecvențele înalte vor fi mai atenuate în raport cu cele joase. Frecvențele mai înalte vor putea trece ușor spre baza tranzistorului următor prin condensatorul de 25 μF, numit de compensare.

Ca urmare, audiția pare mai naturală chiar la intensități reduse. Dezavantajul acestui sistem este că cere utilizarea unui potențiometru cu priză. O soluție care remediază neajunsul acesta este folosirea unui potențiometru fără priză, legat la masă în serie cu un condensator de aproximativ 0,02 μF.

Dispozitivul de reglaj al tonului permite variația caracteristicii de frecvență (de fidelitate) a radioreceptorului în scopul reproducerii fidele a componentelor audio de diferite frecvențe în receptor. Reglajul se poate realiza continuu sau în trepte.

Reglajul manual al tonului poate fi realizat fie prin intermediul filtrelor RC pasive, fie prin filtre RC active, ultima variantă oferind performanțe superioare. Practic se folosesc potențiometre sau circuite electronice.

Prin îngustarea benzii de trecere a receptorului cu filtre se obține un efect de mărire a selectivității receptorului, prin aceasta eliminîndu-se o parte din zgomotele care perturbă audiția (se mărește raportul semnal/zgomot).

Radioreceptoarele moderne dispun de așa-numitul „registru de ton" cu poziții pentru redarea fidelă a diferitelor domenii din AF. În acest scop, dispozitivul posedă circuite filtre și clape pentru „Bas" (50 Hz), pentru poziția „Vorbă" (200 — 6000 Hz), pentru „Orchestră", cînd caracteristica de frecvență corespunde caracteristicii urechii. Astfel, ascultătorul are senzația unei redări fără distorsiuni de frecvență a programului recepționat.

Reglajul manual al tonului poate fi realizat și pe principiul circuitelor electronice, ca la reglajul acordului.

Reglajul manual al selectivității conduce la îngustarea benzii de trecere a receptorului. Aceasta interesează mai ales la semnalele slabe pentru a înlătura interferențele cu posturile adiacente și suprapunerile ce se pot produce datorită posturilor puternice. Dimpotrivă, la recepția semnalelor puternice este recomandabil ca banda de trecere să fie cît mai largă, prin aceasta crescînd calitatea audiției.

Pentru partea de MF, o selectivitate redusă poate produce apariția distorsiunilor[1] de neliniaritate (de amplitudine cu frecvența), iar pentru lanțul de MA apar doar distorsiuni de frecvență, ceea ce permite o mai bună separare a două semnale plasate în canale adiacente. De aceea, reglajul manual al selectivității se realizează doar pentru lanțul MA, modificînd caracteristicile filtrelor AFI (prin variația cuplajului între circuite sau prin variația în trepte). Cu cît cuplajul este mai strîns, cu atît banda de trecere se lărgește și invers.

În acest mod se poate obține variația benzii de trecere a receptorului între valori de la 4 ... 5 kHz pînă la aproximativ 10—15 kHz. Reglajul selectivității preferat este cel cu varia-

[1] *Distorsiunile liniare* sau de frecvență reprezintă o amplificare inegală a tuturor frecvențelor.
Distorsiunile neliniare (rezultate din prezența în circuit a elementelor neliniare: diode, tranzistoare etc.) se manifestă prin aceea că semnalul la ieșirea unui amplificator nu mai este proporțional cu semnalul de intrare.

ție în trepte (prin comutare) în locul celui cu cuplaj variabil prin intermediul unor pîrghii cu came (fig. 57).

Folosirea filtrelor piezoceramice și a circuitelor cu comutare electrică permite realizarea mai comodă a reglajului manual de selectivitate.

În radioreceptoarele moderne se obișnuiește să se realizeze monoreglajul continuu al selectivității și al tonului pen-

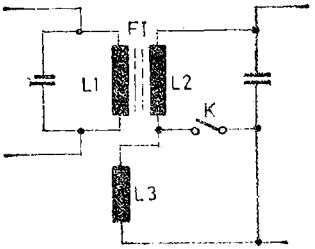


Fig. 57. Circuit pentru obținerea selectivității variabile în trepte.

tru frecvențele audio superioare. Sistemul are o bună eficiență, dar are inconvenientul unei complicații mecanice care prin defectare necesită o reparație atentă.

Reglajul caracteristicii de directivitate a antenei pe ferită folosită în locul antenei exterioare (în special pentru semnalele puternice la locul de recepție) favorizează o bună audiție pentru o poziție dată a antenei. La radioreceptoarele portabile reglajul se realizează prin deplasarea convenabilă a întregului aparat, pe cînd la radioreceptoarele staționare, reglajul se face printr-un mecanism de rotire a antenei de ferită.

Radioreceptoarele moderne realizează modificarea caracteristicii de directivitate, utilizînd circuite electronice cu mai multe antene plasate fix în diferite poziții, și prin utilizarea diodelor de comutație se poate obține suma semnalelor captate.

Reglajul manual al balansului stereo sau poziția monostereo se obține prin conectarea unui canal sau a ambelor canale de AF pentru funcționarea radioreceptorului monofonic sau stereofonic. În ultimul caz se poate ca echipamentul să nu funcționeze perfect simetric și atunci printr-un reglaj al sensibilității pe fiecare canal se poate obține după dorință, prin intermediul unui potențiometru, echilibrarea

ambelor canale, adică un „balans" cu limite de 10 ... 20 dB sensibilitate a unui canal AF în raport cu celălalt.

Alte dispozitive de reglaj sînt: poziția de picup și comanda la distanță, ultimul mai puțin utilizat, din care cauză nu insistăm.

Reglaje automate

Din categoria dispozitivelor de reglaj automat ale radioreceptoarelor fac parte: reacția negativă, reglajul automat al amplificării (RAA), reglajul automat al selectivității (RAS), reglajul automat al frecvenței (RAF), compresia și expansiunea automată a dinamicii, limitarea perturbațiilor, acordul liniștit, acordul automat al radioreceptorului, extensia de bandă, circuitul de dezaccentuare, circuite de rejecție, indicatorul de acord.

Astfel de dispozitive se întîlnesc în special la aparatele moderne de clasa I și parțial la cele de clasa a II-a. Va fi descris în limita spațiului esențialul construcției și funcționării celor mai importante dintre aceste reglaje automate.

Reacția negativă are un rol important în îmbunătățirea performanțelor circuitelor electronice. Reacția, în general, constă în readucerea în circuitul de intrare a unei părți din semnalul de la ieșirea unui amplificator. În cazul cînd semnalul de reacție se aplică cu faza opusă celui inițial apare reacția negativă, iar dacă cele două semnale se află în fază rezultă reacția pozitivă.

Dacă mărimea care se readuce în circuitul de intrare, numită și mărime de reacție, este proporțională cu tensiunea de la ieșire, se obține o reacție de tensiune, iar dacă este proporțională cu valoarea curentului din circuitul de ieșire, se obține o reacție de curent.

În cazul general, reacția negativă reduce tensiunea de intrare aplicată efectiv etajului respectiv sau, cu alte cuvinte, reacția negativă reduce mărimea amplificării etajului respectiv. Acesta ar părea un dezavantaj. Totuși, dezavantajul nu este esențial la aparatele cu amplificare mare, în schimb, introducerea reacției negative aduce îmbunătățiri esențiale în caracteristicile de funcționare (dintre care menționăm micșorarea distorsiunilor de neliniaritate), cît și formei caracteristicii de frecvență, mărind și banda de trecere a etajelor cu reacție negativă.

Practic, reacția negativă se folosește numai în AAF și, în general, în etajul final al radioreceptorului, fiind eficientă la semnale puternice, în care se produc cele mai importante distorsiuni de neliniaritate. Explicația reducerii distorsiunilor de neliniaritate prin reacție negativă este următoarea: tensiunea distorsionată de la ieșirea etajului amplificator, care conține armonici ale semnalului ce nu existau la intrarea etajului, se aplică parțial la intrare și armonicile vor fi amplificate cu faza inversată scăzîndu-se din cele produse de etajul însuși.

Reacția negativă de tensiune mai influențează și impedanța de intrare a amplificatorului, mărind-o dacă reacția negativă este serie și micșorînd-o dacă este paralel. De asemenea, impedanța de ieșire se micșorează în cazul reacției negative de tensiune sau se mărește dacă reacția negativă este de curent.

Aplicînd o reacție negativă suficient de puternică se obține o mare stabilitate în funcționarea amplificatorului.

În practică se utilizează numeroase scheme de reacție negativă pe un etaj sau pe mai multe etaje, de tensiune, de curent sau mixtă. În figura 58 sînt prezentate etaje de amplificare cu reacție negativă.

Reacția negativă de curent se obține cu o schemă foarte simplă: conectînd un rezistor între emitor și masă (fig. 58, a). Cînd tensiunea aplicată pe bază crește, implicit va crește și curentul de colector, I_c. În acest caz, căderea de tensiune $R_e\ I_c$ pe rezistorul din emitor va crește și astfel potențialul emitorului crește. Dar aceasta este echivalentă cu o creștere a polarizării bazei, deci într-adevăr tensiunea de reacție are efect opus variației inițiale a semnalului pe bază, adică reacția este negativă.

Reacția negativă de tensiune (fig. 58, b) se produce datorită faptului că prin R_1 este aplicată o fracțiune din tensiunea de ieșire la intrare și evident că reacția va fi negativă, deoarece se știe că tensiunea de pe colectorul unui tranzistor amplificator este în antifază cu tensiunea pe bază. Este o reacție de tensiune, semnalul final fiind proporțional cu tensiunea de ieșire.

În figura 58, c este prezentată schema unui etaj cu reacție negativă mixtă, obținută prin combinarea celor două tipuri de reacție serie-paralel (de curent și de tensiune). Reac-

ția de curent se realizează cu rezistorul R , iar reacția de tensiune cu R_1.

În amplificatoarele cu mai multe etaje echipate cu tranzistoare, reacția negativă se poate aplica în cascadă pe două sau cel mult trei etaje pentru a nu apărea instabilități în funcționarea amplificatorului (fig. 58, d).

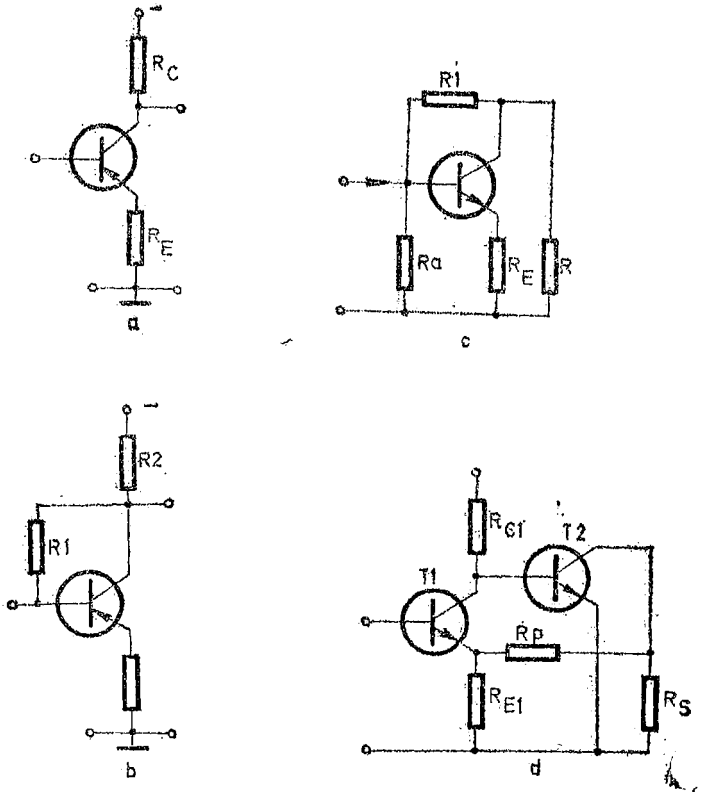


Fig. 58. Circuite cu reacție negativă: *a* — de curent; *b* — de tensiune; *c* — mixtă; *d* — reacție negativă de tensiune pe două etaje.

Reglajul automat al amplificării (RAA) are un rol important în radioreceptoare. Variația cîmpului electromagnetic datorită condițiilor de propagare (fenomenul *fading*)

face ca intensitatea audiției să devină instabilă. Evitarea acestui efect supărător este parțial realizat prin sistemul RAA, care are rolul de a menține cît mai constantă audiția față de modificarea amplitudinii semnalului de la intrarea receptorului. Tot prin RAA se previne suprasolicitarea care se poate produce de către semnalele mari asupra etajelor dinaintea demodulatorului.

În general, RAA se aplică atît etajelor de RF, cît și celor de FI atît în cazul MA, cît și celui de MF (fig. 34) și rareori etajului SF sau AF de după detecție.

La radioreceptoarele cu tranzistoare, RAA-ul se poate realiza prin următoarele metode:

— prin schimbarea polarizării bazei etajului AFI pentru deplasarea punctului de funcționare spre porțiuni de pantă mică ale caracteristicilor statice;

— prin amortizarea cu diodă a unui circuit acordat de FI;

— prin amortizarea circuitului de intrare de către o diodă comandată de tensiunea de RAA obținută la detecție;

În figura 33 se poate urmări circuitul RAA, format din filtrul $R_{11}C_{18}$, o parte a semnalului fiind preluat de după detecția MA și aplicat pe baza tranzistorului T_2-AFI.

Pentru ca dispozitivul RAA să fie mai eficient trebuie ca pentru variații mici ale intensității semnalului U_{int} să se obțină tensiuni de reglaj U_{RAA} mari. În acest scop, în radioreceptoarele de calitate se folosește dispozitivul RAA cu întîrziere și amplificare în frecvența intermediară sau în curent continuu. În primul caz semnalele de FI de la ieșirea AFI sînt introduse, pe de o parte, în Det-AF, de la care se obține tensiunea de AF, iar pe de altă parte sînt aplicate unui etaj special AFI-RAA, după care sînt detectate în detectorul cu întîrziere Det-RAA. Astfel U_{RAA} este mai mare decît în cazul absenței etajului AFI-RAA și se poate folosi și în gama UUS.

Reglajul automat al selectivității (RAS) se obține, spre deosebire de reglajul manual al selectivității, acționînd asupra unuia sau mai multor filtre de FI, lărgindu-i banda de trecere pentru o audiție fidelă a semnalelor puternice sau îngustînd-o pentru posturile slabe.

Pentru aceasta, tensiunea detectorului RAS (fig. 59), care este proporțională cu mărimea semnalului recepționat, comandă modificarea benzii de trecere prin introducerea unei

rezistențe mai mari sau mai mici datorită cuplajului de la ieșirea la intrarea etajului, cu acțiune înainte sau înapoi.

RAS este utilizat în receptoarele de calitate, impunîndu-se ca unul din etajele de AFI să funcționeze cu reacție negativă.

Reglajul automat al frecvenței (RAF) are o utilitate deosebită în special pentru benzile de US și UUS pentru a men-

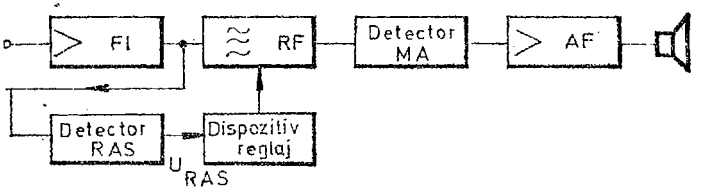


Fig. 59. Schema bloc a dispozitivului de reglaj automat al selectivității (RAS).

ține acordul manual exact (stabilitatea) pe un post pe toată durata recepției. RAF acționează asupra oscilatorului local modificîndu-i frecvența în funcție de dezacordul circuitelor, menținînd în mod automat semnalul de FI pe frecvența nominală. Eficacitatea sistemului RAF se face simțită mai ales prin ușurința cu care se face acordul manual, stabilitatea în timp a frecvenței purtătoarei postului de emisie realizîndu-se prin aducerea ei în mijlocul caracteristicii în „S" a detectorului de raport.

În circuitul OL din blocul UUS se introduce o capacitate variabilă cu tensiunea, respectiv o diodă cu siliciu, de tip varicap (varactor), avînd rol de stabilizare a frecvenței de lucru a circuitului oscilator (fig. 60).

Dioda este comandată de o tensiune de reglaj U_R preluată din detectorul de raport (detector de eroare) și acționează asupra elementelor de acord ale OL, corectîndu-i frecvența. U_R este nulă cînd FI corespunde exact frecvenței pe care sînt acordate circuitele detectorului de raport și diferă de zero (valori negative sau pozitive) atunci cînd FI diferă de frecvența de acord a circuitelor. Tensiunea U_R este utilizată pentru a modifica capacitatea diodei varicap, de reglare din circuitul OL căruia îi modifică frecvența. Grupul R_j C_j și C_5

constituie un filtru trece-jos conectat în serie cu dioda pentru reducerea capacității diodei (C_d) la o valoare convenabilă.

În cazul receptoarelor destinate recepționării programelor cu MA, sistemul RAS este rareori folosit și atunci numai pe US.

Extensia de bandă (într-un radioreceptor, funcționînd în gama US) permite reducerea raportului între frecvența maxi-

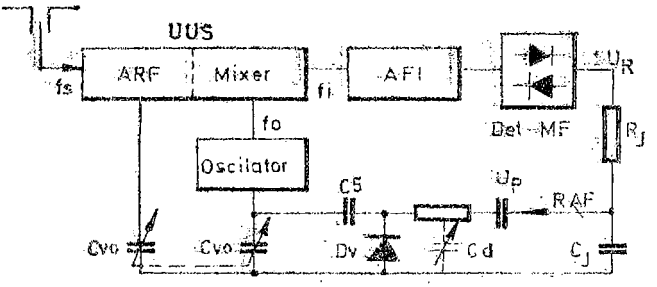


Fig. 60. Schema de principiu a unui sistem de reglaj automat a frecvenței (RAF).

mă și minimă corespunzătoare extremităților reale, în scopul facilitării acordului. Astfel, de exemplu, în gama de UM (525 — 1605 kHz), presupunînd că pentru un post se alocă un canal de 9 kHz rezultă:

$$1605—525 = 1080 : 9 = 120 \text{ stații.}$$

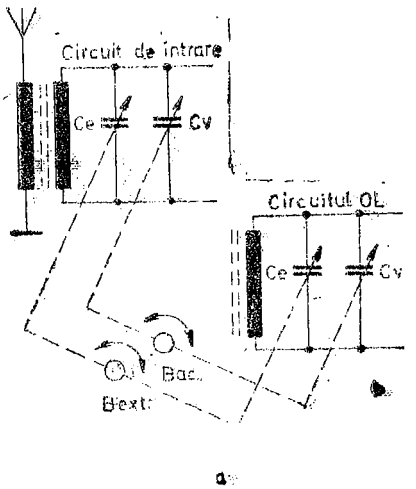
Cu alte cuvinte, în gama de UM sînt cuprinse aproximativ 120 stații peste care se trece printr-o singură rotație de 180° a condensatoarelor variabile. Posturile nu apar prea des și pot fi ușor separate.

În gama de US însă, situația este mai dificilă. Între 6 și 30 MHz pot exista aproximativ 2400 posturi de radioemisie în cei 24 MHz, care apar foarte înghesuite, adică este suficientă o mică rotație a condensatorului pentru a trece de la un post la altul, de unde provine o greutate la acord cît și o alunecare a frecvenței postului recepționat.

Acest inconvenient poate fi remediat în parte fie printr-o demultiplicare cît mai mare între axul butonului de acord, și axul condensatorului, fie în împărțirea gamei de US în cîteva subgame (benzi) ce se recepționează separat.

Soluția cea mai convenabilă însă și cea mai frecvent folosită este ultima și ea constă în extensia de bandă utilizată în toate receptoarele de calitate.

Cînd se folosește extensia de bandă întreaga gamă de US se împarte în benzi de frecvență foarte înguste și se recepționează cîteva din ele, în special cele grupate în jurul lungimilor de undă de 11 m, 16 m, 24 m, 30 m, 41 m, 49 m și



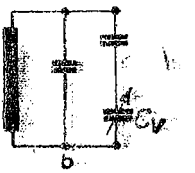


Fig. 64 Schema obținerii extensiei de bandă: *a* — prin două modulatoare; *b* — prin condensatoare fixe.

se recepționează separat cîteva din aceste benzi, printr-un dispozitiv obișnuit de comutare.

În alte cazuri, extensia de bandă se realizează introducînd în paralel pe fiecare condensator variabil Cv cîte un mic condensator variabil C_{ext} cu variația de capacitate cuprinsă între cîțiva picofarazi și cîteva zeci de picofarazi (fig. 61, a) C_{ext} explorează un interval de frecvență mic în regiunea la care a ajuns Cv. În acest sistem, acordul se realizează cu ajutorul a două butoane (B_{ac} și B_{ext}), așa cum este la aparatele „Mamaia", „Neptun" etc.

O altă soluție folosită pentru extensia de bandă constă în introducerea în circuitul oscilant cu acord variabil a unor mici condensatoare fixe în serie sau în paralel cu Cv (fig. 61, b).

Compresia și expansiunea automată a dinamicii este un proces de micșorare a raportului între valorile maximă și

minimă ale unui semnal, într-un interval de timp. Compresia dinamică se efectuează manual la emisie pentru ca pasajele cu intensitate mică să nu fie acoperite de zgomot, în special cel de fond, iar semnalelor cu intensitate mare li se micșorează amplitudinea pentru evitarea supramodulației.

Refacerea dinamicii (contrastul sonor) la recepție cît mai apropiată de cea reală se face introducînd în radioreceptoare sisteme de expansiune constînd fie dintr-un rezistor variabil montat în secundarul transformatorului de ieșire

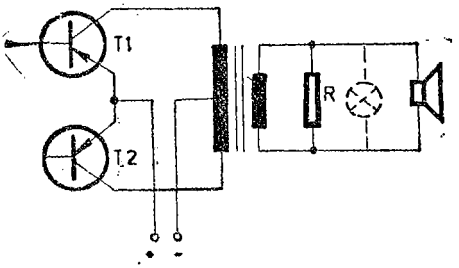


Fig. 62. Sistem de expansiune automată a dinamicii.

sau o lampă de scală (bec de 2 ... 4 V), fie un sistem de mai multe rezistoare (fig. 57). Dezavantajul sistemului constă în consumarea unei părți din puterea de AF utilă.

Valoarea rezistorului sau a becului de scală va crește la puterea de ieșire mare și pe difuzor se va aplica un procent mai mare de putere decît în cazul cînd valoarea rezistenței scade și consumă o parte din puterea de ieșire.

Capitolul III

DEPANAREA RADIORECEPTOARELOR TRANZISTORIZATE

1. Verificarea, măsurarea și înlocuirea pieselor radio

Metodele generale de verificare ale radioreceptoarelor cu tranzistoare sînt legate strîns de dimensiunile mici ale pieselor, de caracteristicile tranzistoarelor și ale elementelor de circuit și de aceea sînt necesare unele precizări cu privire la tehnologia de demontare și montare a pieselor plasate pe plăci în cablaj imprimat.

După localizarea tronsonului și etajului defect prin metode care vor fi prezentate în punctul următor, componența sau componentele defecte se depistează prin măsurarea parametrilor piesei presupuși ieșiți în afara toleranțelor. Dacă verificarea confirmă defectul, se va proceda la repararea sau înlocuirea piesei.

Verificările minime la care vor fi supuse piesele în condițiile unui radioamator încep cu observațiile exterioare și se continuă cu măsurările posibile.

Rezistoare

Rezistoarele fixe chimice se verifică începînd cu observarea stării lor fizice: corpul să fie intact, fără fisuri, zgîrieturi, urme de carbonizare sau de exfoliere, iar terminalele să aibă aderență cu corpul rezistorului. După aceea se măsoară cu ohmmetrul rezistența electrică. În cazul cînd în circuit se află în paralel cu rezistorul de verificat un alt rezistor cu valoare cel puțin de 10 ori mai mare, măsurarea nu va fi eronată. Dacă rezistorul aflat în paralel este de același ordin de mărime cu rezistorul de măsurat, atunci acesta va fi scos din circuit și apoi măsurat.

De asemenea, condensatoarele mai mari de 20 nF aflate în paralel cu rezistorul de măsurat vor trebui descărcate în prealabil spre a nu periclita instrumentul de măsurat. Și în cazul unui rezistor montat în serie cu un dispozitiv semiconductor se cere atenție: se măsoară cu ohmmetrul într-o anumită poziție de polaritate și apoi cu polaritate inversă,

considerînd valoarea mai mare ca valoare reală a rezistorului. Dacă cele două măsurări au valori identice, joncțiunea dispozitivului semiconductor este întreruptă sau scurtcircuitată.

Pentru a verifica dacă ohmmetrul măsoară corect sau dacă bateria sa de alimentare este descărcată se face comparația erorii măsurînd un rezistor a cărui valoare se cunoaște.

În lipsa unui ohmmetru se va calcula valoarea rezistorului cu relația: $R = U/I$, după ce se va măsura valoarea U și I.

După stabilirea rezistorului defect se va analiza și îndepărta cauza care a dus la arderea sa (un eventual scurtcircuit a altui element din montaj). Demontarea rezistorului defect se face prin tăierea terminalelor în apropierea sudurii, iar în cazul cablajelor imprimate se recomandă tăierea terminalelor deasupra cablajului.

La înlocuirea rezistoarelor defecte se va avea în vedere ca ele să fie de aceleași dimensiuni și caracteristici electrice. Placa de cablaj imprimat va fi privită prin transparență, ca un diapozitiv în lumina unui bec spre a distinge locul exact al lipiturilor cu cositor a terminalelor.

Montarea noilor piese cu terminale axiale sau radiale se va face ca în figura 63. Vor fi evitate, pe cît posibil, lipituri prea numeroase pe cablajul imprimat, deoarece apare riscul dezlipirii foiței de cupru (traseul metalic) și a pastilelor de contact (cosele) de pe placa izolantă, fapt care poate duce la întreruperea circuitelor sau la scurtcircuite. În general, se caută ca rezistorul să se sprijine pe plăcuța izolantă, spre a înlătura posibilitatea dezlipirii foliei metalice de pe verso, la eventuale apăsări. Terminalele nu trebuie tăiate prea scurte, pentru a evita supraîncălzirea piesei la lipire. Se preferă rezistoare cu terminale axiale (fig. 63, c), deoarece se montează mai ușor.

Rezistoarele fixe bobinate pot prezenta defecțiuni la colierele de contact de la terminale, care pot fi slăbite. Verificarea cu ohmmetrul se face în același mod, lucrîndu-se pe scara ohmilor, zecilor sau miilor de ohmi datorită rezistenței lor mici.

La montarea pe cablaj imprimat se va lăsa o distanță de 5...7 mm de la suprafața cablajului.

Rezistoarele chimice variabile (potențiometre), a căror verificare constă în observarea contactului între lamela cursorului și a potcoavei rezistive, se pot măsura tot cu ohm-

metrul în ceea ce privește continuitatea și valoarea rezistenței lor. În condiții normale de funcționare, rezistența electrică trebuie să varieze continuu, fără salturi, odată cu acționarea cursorului. O verificare simplă a continuității se face conectînd potențiometrul între un capăt și cursor în serie cu antena receptorului: dacă la rotirea cursorului se

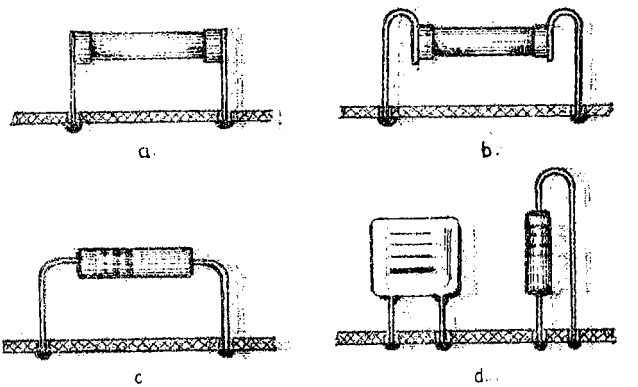


Fig. 63. Modul de montare a pieselor radio: *a* — incorect; *b* — corect; *c* — rezistor cu terminale axiale montate corect; *d* — montaj în poziție verticală a condensatoarelor și rezistoarelor.

aud în receptor pîrîituri înseamnă că lamela cursor nu face contact electric sau este oxidată suprafața dintre lamela cursor și capsa rotor. Pentru a determina cauza defectului, se măsoară cu ohmmetrul între terminal și lamela cursor. Repararea constă în spălarea cu alcool rafinat a bucșei și a axului, după care se ung cu vaselină neutră. Se face aceeași operație și la potcoava rezistivă, dacă se poate demonta potențiometrul: în caz contrar, se toarnă cu o pipetă puțin alcool rafinat prin spațiul unde ies terminalele și se rotește de cîteva ori cursorul.

Un alt defect constă în ruperea știftului interior de antrenare și placa cu contacte a rămas fie în poziția de întrerupt fie în poziția de circuit închis și în acest caz ohmmetrul indică valoarea zero sau infinit.

Dacă în timpul manevrării potențiometrului cu radioreceptorul în funcțiune se aude un zgomot de frecare în

difuzor, rezultă că a crescut rugozitatea suprafețelor de contact sau că, datorită unor piese din montaj (R sau C), trece un curent continuu prin el.

La demontarea potențiometrelor din montaj se vor nota în prealabil legăturile pe care le posedă (în cazul că lipsește schema) și apoi se dezlipesc și se deșurubează axul. La potențiometrele montate pe cablaj imprimat se cere o atenție deosebită, deoarece contactele care corespund rezistenței potențiometrului sînt sudate de cablaj în găuri ovale pastilate pe jumătate și îndoite. Pentru a nu deteriora cablajul, se curăță de cositor pastilele de contact îndepărtînd aliajul topit de punctul de lipire prin lovirea bruscă a mîinii în care se ține placa de masa de lucru (șoc elastic), fără a lovi direct placa de masă. După curățirea tuturor contactelor se pot scoate terminalele.

La fel se va proceda și pentru alte piese cu mai mult de două terminale prinse pe cablajul imprimat. Îndepărtarea cositorului se mai poate efectua și cu ajutorul unui șiret subțire de bumbac petrecut în jurul capătului terminalului cu care se împinge cositorul lipit (încălzit) spre placă, pînă ce terminalul rămîne curat. Numai după eliberarea tuturor terminalelor se scoate piesa defectă și se repară sau se înlocuiește.

Condensatoare fixe

Condensatoarele fixe ceramice, styroflex și cu hîrtie se verifică în ceea ce privește starea fizică a terminalelor, a suprafeței, rezistența de izolație între electrozi cu ajutorul unei punți de măsurat capacități (vezi punctul 2 din capitol).

Verificarea condensatoarelor în montaj, dacă sînt conectate cu diferite circuite conductoare, nu se poate face decît după deconectarea unui terminal al condensatorului.

Străpungerea sau scurtcircuitarea condensatorului se constată cu ohmmetrul, care va indica o rezistență egală sau apropiată de zero. O străpungere parțială va avea o valoare oarecare: de la cîțiva ohmi pînă la cîteva mii de ohmi.

(Submultiplii microfaradului: 1 μF = 1 000 nF = 1 000 000 pF = 900 000 cm; 1 $\mu\mu$F = 1 pF; 1 nF = 1 000 pF = 1 mμF).

Condensatoarele electrolitice în stare bună prezintă la ohmmetru o deviație bruscă a acului indicator (respectînd polaritatea) datorită încărcării sale din bateria instrumentului. Din caracterul și mărimea deviației acului indicator se

pot trage unele concluzii asupra calității condensatorului respectiv.

Înlocuirea condensatoarelor ceramice, styroflex și cu hîrtie se face utilizînd piese cu aceleași caracteristici. Se recomandă următoarele:

— nu se vor întrebuința condensatoare cu hîrtie la decuplarea în gama UUS, deoarece au inductanță proprie mare;

— condensatoarele cu hîrtie pot fi înlocuite cu condensatoare styroflex de aceeași valoare a capacității și tensiunii de lucru;

— linia sau semnul care marchează unul din terminale se va conecta la masă sau la punctul mai rece din montaj;

— condensatoarele styroflex pot fi înlocuite cu condensatoare ceramice și invers, numai la variații mici de temperatură în circuite (mai ales la circuitul oscilant local pe US); nu se recomandă astfel de înlocuiri în blocul UUS, deoarece condensatoarele styroflex au o inductanță proprie (0,01 ... 0,03 μH) și produc variații de frecvență;

— verificarea electrică a condensatoarelor ceramice de decuplare mai mari de 20 μF se efectuează după ce se dezlipește de pe montaj un terminal sau două (dacă sînt duble). În cazul că ohmetrul indică o valoare scăzută (de ordinul kiloohmilor) a rezistenței de izolație a condensatorului ceramic înseamnă că este străpuns.

Condensatoarele variabile pot prezenta scurtcircuite care se verifică electric cu ohmmetrul. Scurtcircuitarea lamelelor rotorului cu ale statorului se remediază prin îndreptarea cu ajutorul unui cuțit avînd lama de 0,3 mm, fără a deconecta condensatorul din montaj. Dacă rotorul se mișcă greu, se spală cu tetraclorură de carbon, de asemenea și sistemul de angrenaj, după care se ung cu vaselină neutră.

Bobinele de radiofrecvență se verifică vizual asupra terminalelor (dacă nu sînt rupte) și asupra continuității înfășurărilor pe diferite game.

Repararea bobinelor care au terminalele rupte constă în dezlipirea sîrmei și lipirea la contactul respectiv. Dacă sîrma este de tip liță se dezizolează la o flacără de alcool sau cu vîrful ciocanului de lipit pe o pastilă de aspirină folosind apoi ca decapant colofoniu (sacîz).

Transformatoarele pot prezenta defecte ca: ruperea terminalelor, întreruperea înfășurărilor, precum și scurtcircuite între spire și straturi. Determinarea spirelor în scurtcircuit

se poate aprecia după valoarea curentului de mers în gol, care devine exagerat de mare, ceea ce duce la încălzirea excesivă a bobinajelor. Se vor strînge în prealabil tolele spre a reduce curentul de mers în gol.

Verificarea transformatoarelor de ieşire se poate face tot cu ohmmetrul, fără a fi demontate.

În condiţii normale, primarul transformatorului de ieşire nu trebuie să depăşească 1 kΩ, iar secundarul 1 Ω, altfel înseamnă că bobinajul respectiv este întrerupt. Repararea se execută prin demontare, scoaterea tolelor şi rebobinare.

Dispozitive semiconductoare

Dispozitivele semiconductoare cu seleniu, cu cuproxid, cu germaniu şi cu siliciu funcţionează pe principiul utilizării conductibilităţii într-un singur sens al joncţiunii *pn*, adică în sensul polarizării directe.

Avînd în vedere proprietăţile specifice ale dispozitivelor semiconductoare, se vor prezenta cîteva date generale privind practica montajelor cu aceste elemente active.

Dioda semiconductoare prezintă o rezistenţă în sensul conducţiei de 50 ...300 Ω, iar în sensul invers de 0,5 ...1,5 MΩ. Dioda cu contact punctiform a apărut înaintea celorlalte tipuri şi azi se execută dintr-un cristal semiconductor cu germaniu sau cu siliciu pe suprafaţa căruia se creează un contact punctiform cu ajutorul unui vîrf metalic.

În mod obişnuit, diodele cu siliciu suportă tensiuni mai mari decît cele cu germaniu. Principalele metode de fabricare a diodelor semiconductoare sînt: alierea (cu joncţiuni abrupte), difuzia sau drift (joncţiuni prin încălzirea cristalului) şi prin creştere epitaxială sau tragere (diode de comutaţie).

Structura, simbolul şi caracteristica curent-tensiune sînt reprezentate în figura 10.

Tranzistorul este constituit practic din două diode semiconductoare cu o regiune comună şi un adaos de impurităţi, pentru a le mări conductivitatea, devenind astfel capabile de a genera şi amplifica oscilaţii electrice. În funcţie de natura zonei comune, tranzistoarele sînt de tip *pnp* şi *npn*. Curentul uneia din diode comandă curentul celeilalte diode (fig. 30). Deoarece dispozitivul transferă o rezistenţă mică într-o rezistenţă mare i s-a dat şi denumirea de tranzistor (TRANsfer-reZISTOR).

Tranzistoarele pot fi conectate, în funcție de tipul și rolul lor, în unul din cele trei montaje: cu emitorul, baza, colectorul comun (fig. 64).

Cel mai frecvent utilizat este montajul cu emitorul comun. El se caracterizează prin rezistență mică la intrare (100 Ω...10 kΩ), rezistența mare la ieșire (10 kΩ...100 kΩ), amplificare de tensiune ridicată (100.... 5 000 ori), amplificare mare de curent (10 ... 200 ori) și de putere (10^3 ... 10^4 ori).

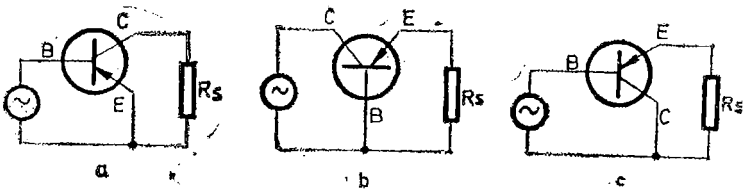


Fig. 64. Modul de legare a tranzistoarelor: *a* — cu emitorul comun (EC); *b* — cu baza comună (BC); *c* — cu colectorul comun (CC).

Verificarea diodelor semiconductoare se execută cu ohmmetrul, a cărui tensiune de alimentare nu trebuie să fie mai mare de 1,5 V. Se fac două măsurători: cunoscînd borna „+" a ohmmetrului se poate afla anodul diodei, rezistența măsurată fiind mică și deci polarizarea este în sensul conducției curentului; inversînd polaritatea, rezistența va fi mare (0,5 kΩ...1,5 MΩ) și dioda nu conduce. Se consideră bună dioda care prezintă raportul între rezistența citită în sensul de blocare și rezistența în sensul conducției de cel puțin 100 : 1, iar acceptabilă, dioda al cărei raport între valorile rezistenței măsurate este de cel puțin 10 : 1.

Verificarea tranzistoarelor se poate face cu mai multe feluri de aparate, cu un grad mai mare sau mai mic de complexitate. În lipsa unor aparate speciale, încercarea tranzistoarelor se efectuează fără instrumente de măsură, în montaje cu cască telefonică, cu beculeț de scală sau cu diode luminiscente (LED). Cea mai simplă, comodă și oarecum precisă metodă în cazul radioamatorilor constă în folosirea ohmmetrului sau a unui miliampermetru.

Cunoscînd că tranzistorul este format din două diode (fig. 65), se va verifica în primul rînd starea celor două diode echivalente. În sensul conducției, rezistența măsurată nu va

depăși 10 kΩ, iar în sensul blocării va fi mai mare de 100 kΩ (raport 1 : 10). După verificarea secțiunilor EB și BC, se probează în cele două sensuri, pe rînd, cu ohmmetrul, secțiunea EC. În sensul polarizării corecte, rezistența va trebui să fie mai mare (minimum 100 kΩ) decît în sensul polarizării inverse. Cu aceste caracteristici tranzistorul este utilizabil.

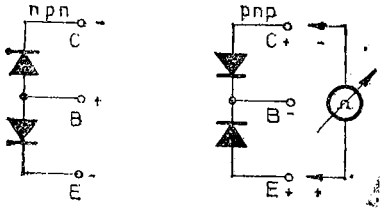


Fig. 65. Verificarea tranzistoarelor cu ohmmetrul.

O altă metodă de încercare a tranzistoarelor cu indicarea aproximativă a amplificării constă în conectarea ohmmetrului ca în schema din figura 66, a. Scurtcircuitînd rezistorul de 100 kΩ la un tranzistor în perfectă stare, rezistența indicată de ohmmetru va fi mai mare de 50 kΩ. Dacă ohmmetrul indică valoarea zero înseamnă că există un scurtcircuit între rezistor și colector. Se va introduce apoi rezistorul de 100 kΩ între colector și bază și dacă ohmmetrul va indica o rezistență de 5 ... 10 kΩ, tranzistorul se poate considera bun.

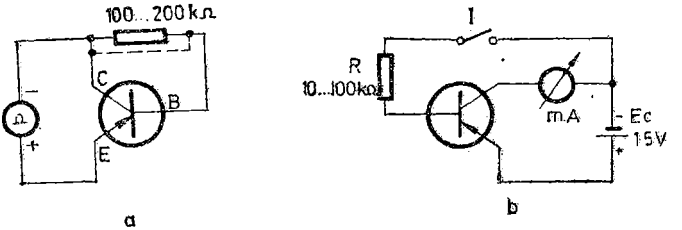


Fig. 66. Măsurarea factorului de amplificare al tranzistoarelor: *a* — cu ohmmetrul; *b* — cu miliampermetrul.

Cu cît este mai mică valoarea rezistenței măsurată cu ohmmetrul, cu atît este mai mare amplificarea tranzistorului. La un tranzistor defect indicația rămîne aceași în ambele cazuri.

Deși simplă, metoda se aplică și la sortarea rapidă a tranzistoarelor pereche pentru etajele de audiofrecvență din amplificatoarele diferențiale. Aceste tranzistoare trebuie să prezinte același factor de amplificare.

Montajul din figura 66, b folosește ca instrument de măsură un miliampermetru. În acest caz, curentul măsurat trebuie să fie mic (5 — 100 μA). Dacă între bază și colector se conectează un rezistor de 10 ... 100 kΩ, curentul de colector crește cu atît mai mult cu cît amplificarea (β) este mai mare. În cazul în care curentul de colector măsurat (I_{co}) este mare (peste 1 mA) chiar fără a conecta rezistorul, sau dacă la conectarea rezistorului curentul nu crește, tranzistorul este defect.

Folosind în locul miliampermetrului o cască, creșterea curentului este pusă în evidență de un pocnet, care se aude în cască.

Indicarea factorului de amplificare se marchează, la multe tipuri de tranzistoare, printr-un punct colorat în dreptul colectorului pe capsulă. În general, culorile au următoarea semnificație: roșu — 17...35; portocaliu — 25 ... 45; galben — 35...55; verde — 45 ... 65; albastru — 65; albastru — 55 ...85; violet — 65 ... 125; alb — 22 ... 44 sau 90 ... 150.

Un montaj care folosește ca indicator un beculeț de lanternă, pentru măsurarea numai a tranzistoarelor de putere, este prezentat în figura 67. Se conectează între emitorul și colectorul tranzistorului de măsurat un beculeț de lanternă (4,5 V/0,3 A) și o baterie de 4,5 V, în sensul din figură pentru tranzistoare *pnp* și în sensul invers pentru tipul *npn*.

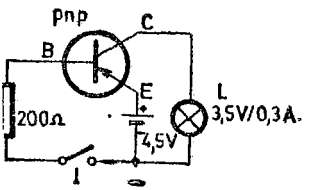


Fig. 67. Montaj pentru verificarea tranzistoarelor de putere.

În cazul cînd tranzistorul este bun, beculețul nu se aprinde, deoarece spațiul colector-emitor are o rezistență relativ mare. Se introduce între EB un rezistor de 200 Ω pentru un tranzistor *pnp* sau se inversează bateria pentru un tranzistor *npn*.

Dacă tranzistorul este bun, datorită unei polarizări adecvate apare curentul de colector și beculețul se aprinde. Dacă beculețul nu se aprinde, se înlocuiește rezistorul de 200 Ω cu unul de 50 Ω și dacă nici astfel nu se aprinde înseamnă că tranzistorul este defect. Montajul se folosește pentru tranzistoare al căror curent de colector (I_c) depășește 300 mA.

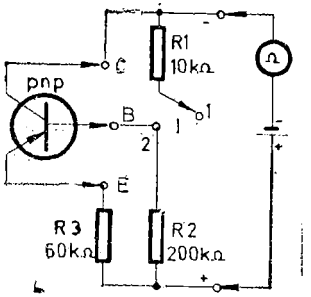


Fig. 68. Montaj pentru verificarea amplificării tranzistoarelor.

Montajul cu emitorul comun din figura 68 poate verifica comportarea tranzistorului ca amplificator. La un tranzistor bun, diferența indicațiilor ohmmetrului între ambele măsurători (poziția *1* și *2*) trebuie să fie mare: în caz că la una din joncțiuni ohmmetrul indică zero, joncțiunea respectivă este străpunsă. Se va inversa polaritatea ohmmetrului la montajele cu tranzistoare *npn*.

Înlocuirea diodelor și tranzistoarelor se face prin dezlipirea celor defecte cu un ciocan de lipit de putere mică (35 W), în timp ce conductoarele de legătură se mențin la o temperatură mică, cu o pensetă sau clește cu vîrf plat care absorb căldura terminalelor (șunt termic).

Deși tranzistoarele rezistă la șocuri mecanice, ele nu rezistă la supraîncălziri produse de curenți prea mari sau la tensiuni inverse care depășesc o anumită limită. De aceea, se va evita greșeala de a conecta sursa de alimentare cu polaritatea inversă.

La lipirea tranzistoarelor se recomandă scoaterea ciocanului din priză (dacă este cu rezistență) și să nu se scurteze prea mult terminalele tranzistoarelor. De asemenea, se recomandă să fie folosit un șunt termic.

S-a constatat că în special tranzistoarele cu siliciu se defectează în timpul lipirii, datorită șocurilor electrice pro-

duse de curenții parazitari care provin din rețeaua de curent alternativ prin ciocanul de lipit, a cărui pâne metalică se recomandă să fie lipită la masă. În caz contrar, montajele tranzistorizate se vor izola complet față de masa de lucru în timpul operației de lipire.

2 Dispozitive și aparate de măsură și reglaj

Pentru depistarea rapidă a deranjamentelor în aparatura electronică, precum și pentru executarea reparării lor corecte este necesar ca fiecare radioamator să-și procure sau să construiască și unele dispozitive de verificare și aparate de măsurare.

Rolul unui dispozitiv de verificare constă mai ales în descoperirea întreruperilor sau scurtcircuitelor, precum și a existenței sau lipsei de tensiune electrică în diferite circuite sau surse de curent. Dar cum dispozitivele de verificare (lampa de probă, montaje cu tuburi cu neon, sondă etc.) au posibilități limitate de aplicare, mai ales atunci cînd este vorba de un defect mai complicat unde este necesar să se cunoască și valorile unor mărimi electrice (U, I, R, C), devine foarte necesară procurarea sau construirea unor aparate de măsură.

Obținerea unei depanări de calitate nu este posibilă, chiar pentru amatori, fără utilizarea unor aparate de măsurat cu posibilități cît mai largi cum sînt: instrument universal (avometru), generator de RF și AF, urmăritor de semnal (signal tracer), tranzistormetru, punte pentru măsurarea RC, voltmetru electronic etc.

Întrucît aparatele electrice de măsurat aduc servicii neprețuite la repararea radioreceptoarelor și ținînd cont de posibilitățile reduse ale radioamatorilor în ce privește dotarea lor tehnică, vor fi prezentate la acest punct al lucrării cîteva scheme și montaje de dispozitive și aparate strict necesare depanării, construite și utilizate de amatori. Din multimea variantelor au fost alese cele mai simple și reduse ca preț de cost, care pot completa cu succes trusa de scule dintr-un laborator de amator.

Dispozitive de verificare

Pe lîngă cunoscuta lampă de probă alimentată de la rețeaua electrică (neindicată pentru montajele cu tranzistoare) și lampa de probă construită într-o lanternă de buzunar, se mai utilizează montajele cu bec cu neon, dar numai pentru verificarea rezistoarelor, condensatoarelor, bobinelor, transformatoarelor. Nici unul dintre aceste dispozitive nu sînt recomandate a fi folosite la construcția și repararea pieselor și circuitelor cu tranzistoare, datorită pericolului de a deteriora diodele și tranzistoarele prin scurgerea curenților parazitari din rețeaua electrică de curent alternativ.

În schimb, au căpătat o largă răspîndire verificatoarele fără instrumente de măsurare, cu cască sau bec de scală, avînd montaje bazate pe tranzistoare.

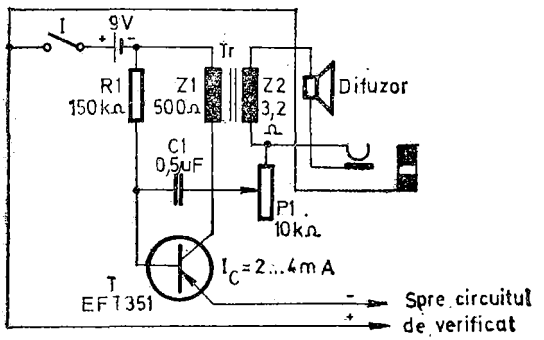


Fig. 69. Ohmmetru cu indicația sonoră.

Verificator de piese și circuite. Schema din figura 69 prezintă un ohmmetru cu indicație sonoră, pentru verificarea construcției circuitelor electrice și a pieselor radio *R, L, C*. Prin conectarea celor două fire se închide circuitul de colector al tranzistorului *T*, montat ca generator de AF, cu reacție prin secundarul II al transformatorului de ieșire (de tipul celor folosite la radioreceptoarele portative). La introducerea unui rezistor între bornele + și —, în difuzor va apărea un sunet de AF cu frecvența corespunzătoare valorii în ohmi a rezistorului. Pentru rezistoare de 1 Ω, tonul va fi grav (50 ... 100 Hz), iar la $R = 100$ Ω (maximum ce poate indica aparatul) iar frecvența sunetului va fi de circa 10 kHz.

Pentru rezistoare de valori mai mari, difuzorul nu mai poate reda tonul respectiv. Se recomandă deci pentru verificarea circuitelor.

Ohmmetru simplu (fig. 70). Cine posedă un instrument de măsură a cărui rezistență internă are aproximativ 100 Ω și deviația maximă a acului indicator pentru 1 mA, poate construi foarte ușor un ohmmetru simplu, dar foarte util.

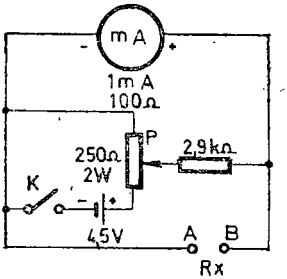


Fig. 70. Ohmmetru simplu.

Cu el pot fi verificate mai precis circuitele și rezistoarele a căror valoare este cuprinsă între 1 Ω și 900 Ω.

Construcția nu cere mult timp și nici piese multe. Pentru gradarea scalei se închide contactul I și se reglează cu ajutorul potențiometrului de 250 Ω, indicația maximă a instrumentului, ceea ce înseamnă că $R_x = 0$. Se conectează apoi rezistoare de diverse valori (înseriindu-se eventual). Se notează pe scală aceste valori crescătoare și gradarea poate fi verificată cu scala altui ohmmetru, etalonat corect.

Pentru măsurarea rezistoarelor sau a continuității circuitelor se închide contactul K, apoi se reglează instrumentul pe poziția 0 cu potențiometrul P (punctele AB fiind în scurtcircuit) și se conectează, după acest reglaj, rezistorul de măsurat în punctul R_x. Valoarea va fi citită direct în ohmi.

Mărind valoarea tensiunii sursei electrice se vor putea măsura rezistoare de o valoare mai mare conform legii lui Ohm; de exemplu:

$$R_x = \frac{U}{I} = \frac{9\ \text{V}}{0{,}001\ \text{A}} = 9\,000\ \Omega.$$

Verificarea rezistoarelor. Dispozitivul din schemă (fig. 71) servește tot la verificarea circuitelor și a rezistoarelor pînă la valoarea maximă de 1,5 MΩ. Este un oscilator care pri-

meşte alimentarea prin rezistorul ce trebuie verificat şi care se cuplează la bornele AB.

Tonul generat creşte în frecvenţă odată cu creşterea valorii rezistorului de măsurat.

Transformatorul este de tipul celor folosite în aparatele „Mioriţa" sau „Mamaia".

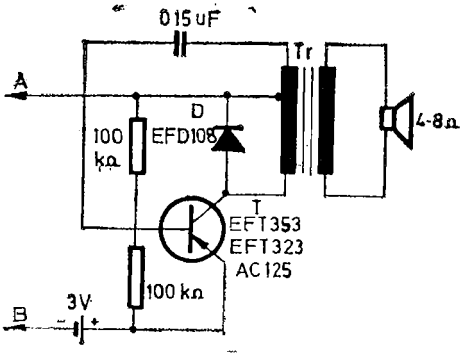


Fig. 71. Verificator de piese şi circuite cu indicaţie sonoră.

Punte pentru măsurarea rezistoarelor şi condensatoarelor. Montajul se realizează ca în figura 72 şi permite măsurarea rezistoarelor şi condensatoarelor, prin comparare cu alte piese similare a căror valoare etalon se cunoaşte. Schema reprezintă cea mai simplă punte RC, realizată pe principiul derivării curenţilor în mod egal în cele 4 braţe cu ajutorul potenţiometrului P. Ca urmare, prin instrument nu mai circulă nici un curent electric sau, în cazul schemei, prin cască nu se va mai auzi nici un sunet. Puntea măsoară rezistoare între 10 Ω ... 10 MΩ şi condensatoare de la 10 pF ... 10 μF. Puntea poate fi construită în două variante: pentru curent continuu 80—300 V cu generator cu tub cu neon sau pentru curent alternativ.

Sursa de alimentare în curent alternativ o constituie un transformator (eventual de sonerie) care furnizează în secundar 8 V. Potenţiometrul liniar P se află într-unul din braţele punţii, iar rezistoarele-etaloane (1—2 W) şi condensatoarele etalon se introduc cu ajutorul unei fişe sau comutator, pe rînd în circuit, în funcţie de ordinul de mărime al rezistorului R_x sau condensatorului C_x măsurat. Casca T va avea 2 000 Ω, pentru ca puntea să ofere o precizie mai mare.

Sub butonul potențiometrului, pe panoul frontal al cutiei în care se montează puntea, va fi lipită o fișie de celuloid lată de 15 mm, lungă de 75 mm care va constitui indicatorul punții. Pe un cerc trasat în jurul axului potențiometrului vor fi înscrise pe semicercul din stînga zece diviziuni egale pornind de jos, de la stînga spre dreapta de la 0,1 — 0,2—0,3 ... 1. Pe semicercul din dreapta se vor înscrie zece diviziuni, de la 1 ... 10.

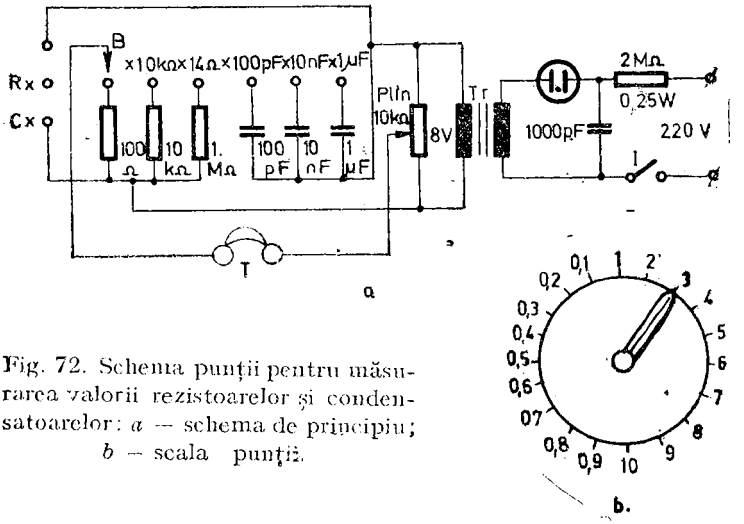


Fig. 72. Schema punții pentru măsurarea valorii rezistoarelor și condensatoarelor: *a* — schema de principiu; *b* — scala punții.

Modul de funcționare: după alimentarea transformatorului se conectează la bornele R_x sau C_x piesa de măsurat și se introduce banana B într-una din bucșele corespunzătoare ordinului de mărime al piesei supuse măsurării. Se rotește butonul potențiometrului pînă cînd sunetul din cască încetează. Citind valoarea raportului R_1/R_2 (valori cuprinse pe cadran între 0,1 și 10), se înmulțește cu valoarea factorului de multiplicare corespunzător bucșei (înscris pe schemă) și se află valoarea R_x sau C_x. Dacă sunetul nu încetează pe toată cursa potențiometrului, se mută banana în altă bucșe vecină și se încearcă „echilibrarea" punții. Cînd a scăzut intensitatea sunetului la minim se citește valoarea R_x sau C_x.

Puntea RC portabilă cu tranzistoare, prezentată în figura 73, folosește ca sursă de curent alternativ de AF un generator

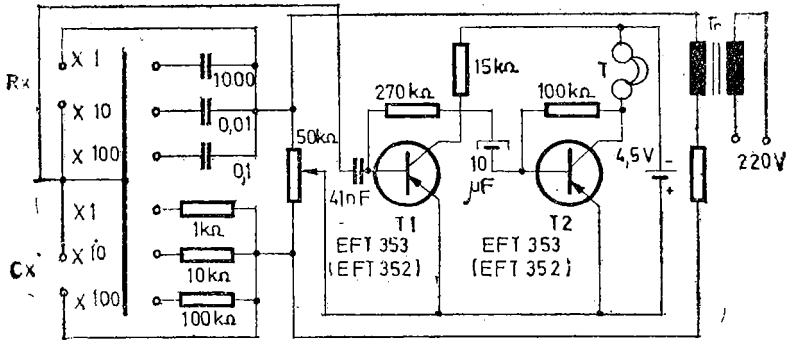


Fig. 73. Schema electrică a unei punți cu generator de AF.

de ton cu frecvența de 1 000 Hz. Funcționarea se bazează pe principiul punții *RC* din fig. 72. Domeniile de măsură sînt următoarele:

a) Domeniul cu coeficientul 1 măsoară rezistoare de la 0,05 kΩ (50 Ω) ... 100 kΩ, iar condensatoare de la 0,001 µF (100 pF) pînă la 0,1 µF.

b) Domeniul cu coeficientul 10 măsoară rezistoarele de la 0,5 kΩ (500 Ω) pînă la 1 MΩ și condensatoare de la 0,001 µF (1 000 pF) pînă la 1 µF.

c) Domeniul cu coeficientul 100 măsoară rezistoare de la 5 kΩ la 10 MΩ și condensatoare de la 10 000 pF (10 µF) la 10 µF.

Pot fi măsurate numai condensatoare uscate, nu și electrolitice.

Etalonarea scalei se face cel mai ușor cu rezistoare fixe de 50 Ω pentru punctul 0,05; 100 Ω pentru 0,1; 200 Ω pentru 0,2; 500 Ω pentru punctul 0,5; 1 kΩ pentru 1; 5 kΩ pentru 5; 10 kΩ pentru 10; 20 kΩ pentru 20 și așa mai departe pînă la punctul 100.

Se utilizează aceeași scară și pentru condensatoare. Valoarea se citește totdeauna în mii de ohmi (12 kΩ) sau sute de picofarazi (100 pF) și se înmulțește cu coeficientul 1, 10 sau 100.

Modul de lucru este asemănător cu cel prezentat la puntea din figura 72.

Instrumente de măsură

La depanarea radioreceptoarelor, singura constatare a continuității circuitelor sau a calității pieselor componente ale unui montaj nu este suficientă pentru a trage concluzii asupra funcționării aparatului respectiv. În afară de examinarea cu dispozitivele de verificare sînt necesare și alte aparate de măsurat, mai precise, care aduc servicii de neprețuit la repararea radioreceptoarelor.

Pentru aceasta se recomandă ca în dotarea unui radioamator să existe cel puțin un instrument universal de măsură (AVO-metru) cu care se poate determina repede și precis ce anume s-a defectat în radioreceptor.

Dacă radioamatorul nu-și poate procura un ohmmetru de tip industrial, ceea ce ar fi de preferat, va trebui ca să-și procure cel puțin un miliampermetru (2—5 mA) sau un microampermetru (200—500 μA), care este cel mai sensibil, și cu ajutorul lui să-și poată construi un instrument de măsură acceptabil.

În acest scop, vor fi prezentate cîteva scheme simple de instrumente universale de măsurat, după ce mai întîi vor fi amintite cîteva cunoștințe practice privind aparatele de măsurat uzuale.

Cînd se achiziționează un instrument de măsură, pe cadranul său sînt indicate anumite caracteristici a căror interpretare trebuie cunoscută. În figura 74 sînt reprezentate indicațiile mai importante:

— mărimea electrică pe care o măsoară aparatul: tensiunea, curentul, puterea, energia etc.;

— natura curentului electric: continuu, alternativ;

— clasa de precizie a aparatului;

— tipul constructiv al aparatului;

— tensiunea de încercare, poziția de funcționare, standardul, emblema fabricii etc.

În figura 75 este prezentat cadranul unui voltmetru cu indicațiile privind caracteristicile: voltmetru magnetoelectric, poziție verticală, clasa de precizie 2,5, tensiunea de încercare 2 kV, standard 4 840, anul 1962, seria M4.

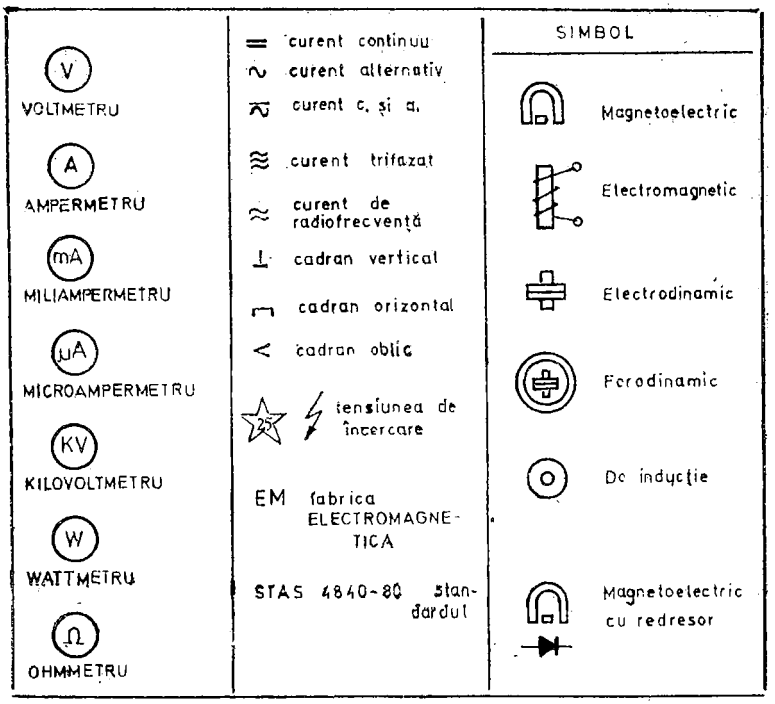


Fig. 74. Tipurile de aparate de măsură și simbolurile care reprezintă principiul de funcționare.

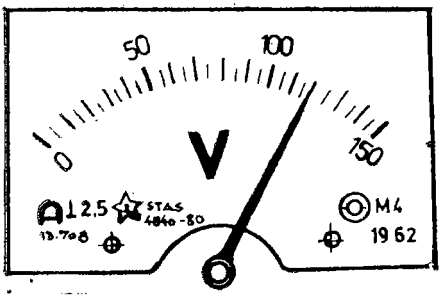


Fig. 75. Cadranul unui voltmetru magnetoelectric cu indicațiile caracteristicilor.

Fiecare aparat de măsurare este construit pentru un anumit fel de curent (continuu sau alternativ) și pentru anumite valori maxime de măsurat (10 V sau 1 A etc.). Totuși există soluții de adaptare a acestor aparate astfel încît să se poată modifica scările de măsurare. Această operație poartă denumirea de extinderea domeniului de măsurare și poate fi realizată în două moduri:

— prin folosirea unor rezistoare suplimentare ce se montează în serie cu voltmetrul (rezistoare adiționale) sau în paralel cu ampermetrul (șunturi);

— prin folosirea unor transformatoare de măsură (reductoare) numai în curent alternativ.

O mărime poate fi măsurată cu un aparat de curent continuu după ce a fost redresată, însă o mărime de curent continuu nu poate fi măsurată, practic, cu un aparat construit special pentru curent alternativ.

De exemplu, cu un aparat magnetoelectric se poate măsura o mărime de curent continuu, dar nu și de curent alternativ, decît dacă acesta este redresat mai întîi printr-un element redresor adaptat aparatului de măsurat.

În schimb, aparatele electrodinamice pot fi folosite atît în curent continuu, cît și în curent alternativ.

Extinderea domeniului de măsurare al ampermetrelor se obține prin conectarea în paralel cu instrumentul de măsură a unui rezistor-șunt care să permită trecerea curentului suplimentar. Fără a expune raționamentele teoretice asupra acestui subiect vom indica formula, din care în mod practic se poate calcula valoarea șuntului.

Să presupunem că se dispune de un instrument magnetoelectric care are deviația maximă pentru o tensiune de 100 mV sau un curent de 1 mA și se cere măsurarea unui curent de maximum 1 A.

În figura 76, a se observă că ampermetrul se conectează în serie cu sursa U și consumatorul C, iar în figura 76, b, modul de legare a șuntului în paralel cu ampermetrul. Calculul rezistenței șuntului este explicat în figura 76, c; $R_ș$ rezultă din curentul care străbate bobina mobilă a instrumentului (1 000 mA — 1 mA = 0,999 A). Șuntul are va-

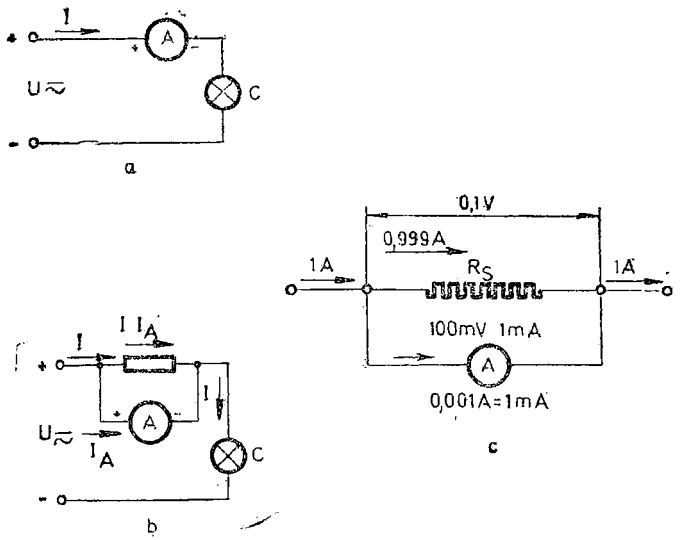


Fig. 76. Calculul rezistenței șuntului: *a* — legarea directă a ampermetrului; *b* — legarea ampermetrului prin șunt; *c* — formula de calcul a șuntului la un aparat de 1 mA, 100 mV pentru a măsura 1A.

loarea de 0,1001 Ω și poate fi construit dintr-un conductor rezistiv, avînd diametrul care admite un curent de 1 A fără a se încălzi.

Se va avea în vedere legarea corectă a șuntului la instrument, astfel încît să suporte intensitatea totală a curentului în cazul deconectării ampermetrului (fig. 77, a) și nu invers (fig. 77, b), cînd ampermetrul este conectat permanent în circuit, iar șuntul numai adițional, deoarece dacă, din greșeală, este deconectat, instrumentul se poate arde.

Iată o altă formulă de calculare a rezistenței șuntului:

$$R_ş = \frac{R_a}{n - 1},$$

în care: $R_ş$ este rezistența șuntului, în ohmi;

R_a — rezistența ampermetrului, în ohmi;

n — numărul care indică de cîte ori vrem să mărim scara de măsurare a instrumentului.

După cum se vede din formula de mai sus, se cere cunoașterea valorii rezistenței interne R_a a ampermetrului respectiv, care de multe ori nu este cunoscută de către posesorul instrumentului. Modul de determinare a valorii R_a — care

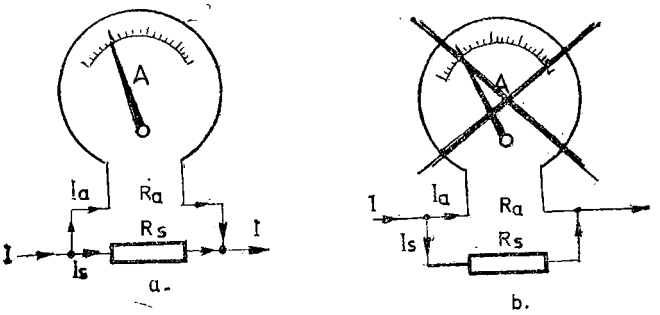


Fig. 77. Modul de conectare a șuntului la un ampermetru: *a* — corect; *b* — greșit.

se referă mai ales la instrumente cu domenii pînă la 10 mA, deoarece asemenea aparate sînt folosite de radioamatori — se face astfel:

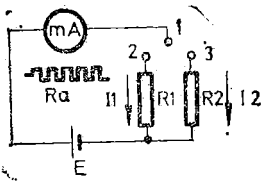


Fig. 78. Schemă pentru măsurarea rezistenței interne R_a la un miliampermetru.

Se va executa un montaj ca în figura 78. După plasarea întrerupătorului în poziția *1—2* se măsoară curentul I_1, apoi în poziția *1—3* se măsoară curentul I_2. Se înlocuiesc valorile corespunzătoare în formula următoare:

$$R_a = \frac{I_2R_2 - I_1R_1}{I_1 - I_2}.$$

În această formulă toate valorile rezistoarelor sînt exprimate în ohmi, iar curenții în miliamperi. Rezistoarele R_1 și R_2 utilizate trebuie să aibă valori astfel alese încît la conec-

tarea lui R_1 acul indicator al miliampermetrului să se afle cît mai aproape de capătul cu indicația maximă a scării, iar la conectarea rezistorului R_2, acul indicator al miliampermetrului să se afle între indicația zero a scării și mijlocul ei.

Pentru încercări se poate folosi un potențiometru liniar de 5... 10 kΩ și după aflarea valorii R_1 și R_2 se va înlocui cu rezistoare fixe, măsurate cu ohmetrul. Precizia măsurării rezistenței R_a depinde de cunoașterea valorii cît mai exacte a rezistoarelor R_1 și R_2, de aceea este preferabil să se utilizeze o cutie cu rezistențe etalon de laborator.

Exemplu. Avînd un instrument de măsură cu scara de măsurare pînă la 5 mA, se cere extinderea scării de măsurare pînă la 100 mA. Care va fi $R_ș$, dacă se știe că rezistența internă a miliampermetrului este 12 Ω?

Se calculează numărul n, care arată de cîte ori trebuie mărită scara de măsurare:

$$n = \frac{100}{5} = 20.$$

Se calculează în continuare rezistența șuntului:

$$R_ș = \frac{R_a}{n-1} = \frac{12}{100-1} = \frac{12}{19} = 0{,}12\ \Omega.$$

Extinderea domeniului de măsurare al voltmetrului se face prin legarea în serie cu voltmetrul a unei rezistențe adiționale care să preia căderea de tensiune suplimentară.

Legarea rezistenței adiționale R_d se face în serie cu voltmetrul și în paralel cu consumatorul (fig. 79, a, b). Pentru a expune modul de calcul va fi prezentat un exemplu.

Avînd un instrument magnetoelectric cu o deviație maximă pentru o tensiune de 100 mV la un curent de 1 mA, se cere construirea unui voltmetru care să indice 100 V. Acest instrument poate fi deci folosit ca milivoltmetru pentru domeniul 0... 100 mV, sau ca microampermetru între 0 ... 100 μA, dar se cere extinderea scării pînă la 100 V. Formulele de calcul reies din figura 79, c și sînt:

$$U_{Rd} = U - U_v = 100 - 0{,}1 = 99{,}9\ \text{V};$$

$$R_d = \frac{U_R}{I_V} d = \frac{99{,}9\ \text{V}}{0{,}001\ \text{A}} = 99{,}9\ \text{kΩ}$$

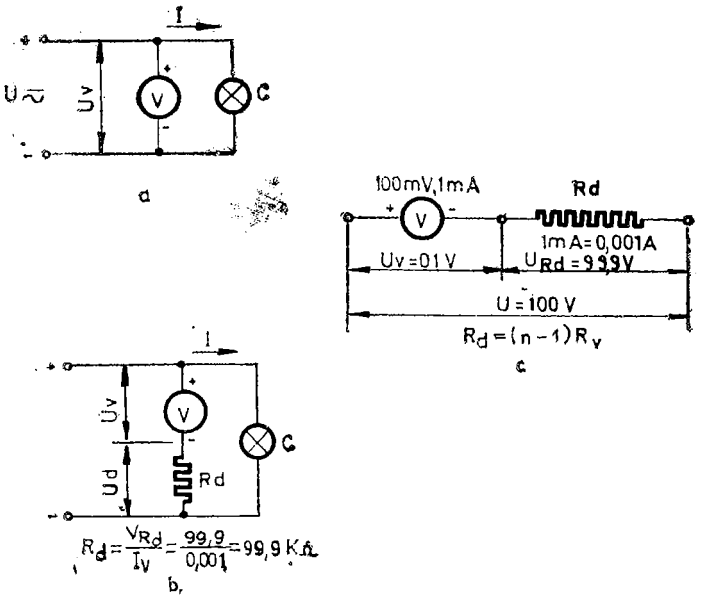


Fig. 79. Calculul rezistenței adiționale la un voltmetru: *a* — legarea directă a ampermetrului; *b* — legarea voltmetrului cu rezistență adițională; *c* — calculul R_d la un aparat de 1 mA, 100 mV pentru a măsura 100 V.

Astfel, dacă scara are 100 de diviziuni (0 ... 100 mV), folosind o rezistență adițională $R_d = 99{,}9$ k Ω, fiecare diviziune va reprezenta un volt.

R_d mai poate fi calculat și cu formula:

$$R_d = (n - 1)\, R_v$$

în care: R_d este rezistența adițională căutată, în ohmi;

R_v — rezistența bobinei mobile a voltmetrului, în ohmi;

n — numărul care arată de câte ori trebuie mărită scara de măsurare a voltmetrului.

Folosind această formulă, trebuie cunoscută sau calculată valoarea rezistenței interne R_v a voltmetrului. Dacă valoarea R_v nu este indicată nicăieri, se poate determina cu

ajutorul măsurilor și calculelor similare cu cele făcute pentru aflarea rezistenței miliampermetrului (R_a).

Determinarea lui R_d se obține cu un montaj ca în figura 80. Se plasează întrerupătorul pe poziția *1 — 2* și se măsoară

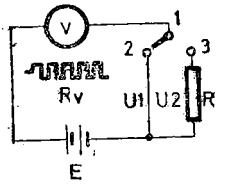


Fig. 80. Schema pentru măsurarea rezistenței interne a voltmetrului.

valoarea sursei de măsurat V_1, după care în poziția *1 — 3* se află valoarea U_2. Aceste date se introduc în formula:

$$R_v = \frac{R}{\frac{U_1}{U_2} - 1}$$

În această formulă, U_1 și U_2 sînt date în volți, iar R și R_v în kiloohmi. Valoarea rezistorului R se alege astfel încît acul indicator al voltmetrului să se afle în prima jumătate a scării, iar clasa ei de precizie să fie cît mai mare.

Cunoscînd R_v se poate calcula astfel și consumul de curent al voltmetrului (în miliamperi), folosind următoarea formulă:

$$I_v = \frac{U_v}{R_v}$$

în care termenii sînt cunoscuți de mai sus.

Exemplu: Dispunem de un voltmetru cu rezistența internă $R_v = 100$ kΩ și cu scara pînă la 100 V (deci cu sensibilitatea de 1 000 Ω/V), și se cere construirea unui voltmetru cu care să se poată măsura pînă la 300 V. Care este rezistența adițională R_d?

Se calculează numărul care arată de cîte ori trebuie să fie mărită scara de măsurare:

$$n = \frac{300}{100} = 3.$$

Se calculează apoi R_d cu formula:

$$R_d = (n - 1)R_v = (3 - 1) \cdot 100\,000 = 200\,000\ \Omega = 200\ \text{k}\Omega.$$

Din cele expuse mai sus se poate trage concluzia că este mai practic pentru radioamatori să posede un voltampermetru cu mai multe scări. În acest scop au fost date exemplele de mai sus ca pe baza lor cei ce nu pot să-și procure un asemenea instrument universal să încerce să realizeze unul cu mijloacele de care dispun.

În încheierea acestui punct reamintim și noțiunea de sensibilitate a unui aparat de măsurare a mărimilor electrice. Piesa cea mai importantă a aparatului o formează instrumentul indicator care este de obicei de tip magnetoelectric (cu magnet permanent și cadru mobil).

Prin sensibilitatea instrumentului se înțelege acea valoare a curentului care produce deviația acului indicator pînă la capătul scării. În practică, în locul acestei valori a curentului se utilizează inversul ei, adică raportul ohmi/volt (Ω/V).

De exemplu, dacă un instrument are o sensibilitate de 1 mA, numărul de ohmi pe volt va fi:

$$\frac{1}{1 \cdot 10^{-3}} = 1\,000\ \Omega/\text{V}.$$

Pentru măsurările ce se execută în circuitele electronice sînt corespunzătoare acele aparate de măsură care au cel puțin 1 000 Ω/V, deși sînt de preferat cele cu 10 000 Ω/V pînă la 20 000 Ω/V, deoarece măsoară mai precis, neproducînd căderi de tensiuni pe R_v.

În continuare, vor fi prezentate cîteva scheme simple după care radioamatorii pot construi instrumente de măsură cu mijloace modeste.

Instrument universal simplu. Avînd cunoștințele expuse la acest punct și cu oarecare experiență se poate executa apa-

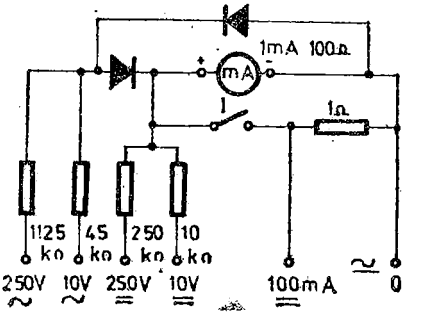


Fig. 81. Schema unui instrument universal simplu.

ratul a cărui schemă este dată în figura 81. Numărul pieselor este redus, aparatul măsurînd tensiuni și curenți (voltampermetru) continui și alternativi. Valoarea pieselor este indicată pe schemă.

Pentru exerciții, încercați să verificați, pe baza exemplelor de calcul date, exactitatea valorilor pieselor.

Voltmetru-ohmmetru simplu pentru curent continuu. Aparatul are 5 domenii de măsurare a tensiunilor 5, 50, 100, 250 și 500 V și o scară pentru rezistențe de 10 ... 50 k Ω. Valorile rezistoarelor R_1 ... R_5 se pot deduce înmulțind raportul Ω/V cu tensiunea maximă a gamei de măsurare. Astfel pentru scara de 5 V, rezistorul $R_1 = 1\,000 \times 5 = 5\,000$ Ω.

Tot în acest mod se pot calcula rezistențele adiționale R_a și pentru instrumente de alte sensibilități (fig. 82).

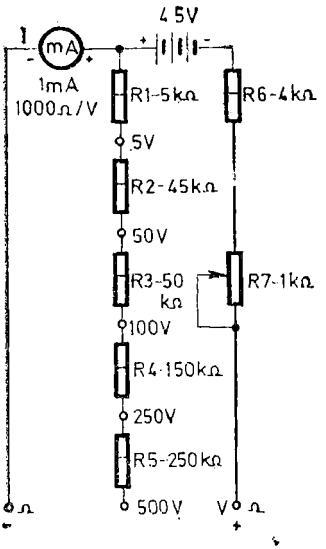


Fig. 82. Schema de principiu a unui voltmetru-ohmmetru.

Rezistoarele R_6 și R_7 servesc la trimiterea curentului prin instrument în cazul scurtcircuitării bornelor de măsurare.

Etalonarea se face comparînd indicațiile instrumentului cu indicațiile unui instrument corect etalonat. Pentru partea de ohmmetru, rezistorul R_7 (bornele de măsurare fiind puse în scurtcircuit) servește la etalonarea lui în funcție de tensiunea bateriei.

Voltmetru electronic. Un voltmetru obișnuit de curent continuu, de tipul celor ce intră în componența AVO-metrelor, nu poate fi folosit pentru măsurarea tensiunilor din anumite circuite, pentru motivul că el șuntează sursa măsurată, indicînd valori eronate (mai mici) datorită rezistenței interne R_v mici (1 000 ... 20 000 Ω/V).

În schimb, voltmetrele electronice, caracterizate printr-o rezistență de intrare mare (150 k Ω/V) sînt cele mai indicate la măsurarea tensiunilor mici, de ordinul milivoltilor în special, deoarece ele „absorb" foarte puțin curentul de la sursă (0,5 mA), cu alte cuvinte, nu introduc pierderi. În plus, voltmetrul electronic are o sensibilitate mai mare decît voltmetrele obișnuite, datorită folosirii unui amplificator intercalat între circuitul de măsurare și instrument.

Voltmetrul prezentat în figura 83 are o rezistență de intrare foarte mare (150 k Ω), putînd măsura tensiuni continui pe trei scări: 1 V, 10 V și 100 V.

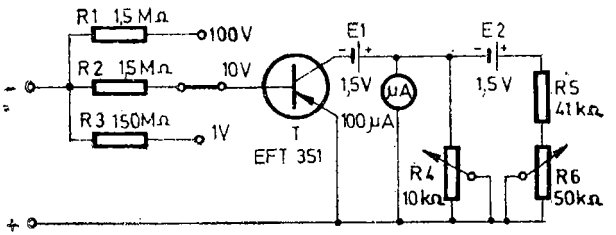


Fig. 83. Schema voltmetrului electronic cu tranzistor.

Instrumentul de măsură are o sensibilitate de 100 μA (0,1 mA), ceea ce permite ca scala sa să fie ușor gradată în volți. Potențiometrul R_4 servește pentru corecția gradațiilor în decursul operației de etalonare. Axul lui va avea cap tăiat pentru reglarea cu șurubelnița. Bateria E și rezistoarele R_5 și R_6 servesc pentru aducerea acului indicator la zero, prin compensarea curentului care trece prin tranzistor (I_c).

Construit într-o cutie mică și alimentat cu ajutorul a două elemente uscate de 1,5 V, aparatul poate servi drept aparat de măsurat portabil, apt pentru depanarea radioreceptoarelor tranzistorizate.

Construit în altă variantă, aparatul poate fi adaptat la un instrument obișnuit cu rezistență interioară de 1 000...

5 000 Ω/V care se transformă astfel într-un voltmetru electronic cu o rezistență de circa 100 000 Ω/V.

Astfel, folosind un tranzistor *T*—EFT 307 sau OC 169 și schimbînd rezistoarele cu altele avînd valorile: $R_1 = 10$ MΩ pentru 100 V; $R_2 = 1$ MΩ pentru 10 V și $R_3 = 100$ kΩ pentru 1 V, iar restul montajului rămînînd neschimbat, tot ansamblul poate fi branșat la intrarea unui voltampermetru conectat pe scara de 0,5...1 mA. Se va afla constanta aparatului pentru scara existentă și mărimile se citesc ușor.

Microampermetru cu un tranzistor. Orice miliampermetru de 1—2 miliamperi poate fi transformat ușor într-un microampermetru sensibil, capabil să măsoare curenții slabi (I_B) din circuitele tranzistoarelor, deoarece aceștia sînt mult mai amplificați de aparat.

În figura 84 este prezentată schema prin care poate fi sensibilizat un miliampermetru și transformat într-un microampermetru cu amplificare prin tranzistor.

Semnalul de intrare (de amplificat) se aplică pe baza tranzistorului, iar în circuitul de ieșire semnalul apare de ordinul miliamperilor.

Cu potențiometrul de 2 ... 5 kΩ se reglează limita de scală spre a nu deteriora instrumentul. Etalonarea microampermetrului, respectiv scrierea scalei se face folosind un microampermetru etalonat de fabrică fie folosind curbele caracteristice ($I_C = f_{UCE}$) ale transformatorului respectiv. Valoarea șuntului R_3 (necesar la etalonare) se stabilește experimental, funcție de tranzistorul folosit și de tipul miliampermetrului.

Informativ, de exemplu, dacă se aplică în circuitul de bază un curent a cărui valoare nu este cunoscută, însă ci-

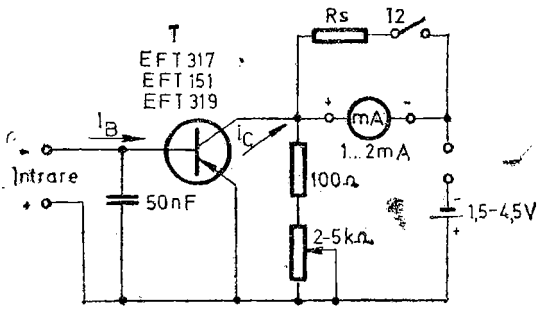


Fig. 84. Microampermetru cu un tranzistor.

vim pe miliampermetrul înseriat în colector un curent, de pildă, 1,5 mA, din curbele caracteristice reiese că valoarea I_B este de aproximativ 50 μA. La fel pentru un $I_c = 1$ mA, $I_B = 25$ μA, iar pentru $I_c = 2{,}5$ mA, $I_B = 75$ μA.

Pentru folosirea microampermetrului se recomandă: aparatul se conectează în serie cu circuitul de măsurat; se închide mai întîi I_2 și apoi I_1; după întrebuințare se va întrerupe alimentarea cu I_1.

Generatoare și urmăritor de semnal

Depanarea radioreceptoarelor reclamă un timp mai îndelungat în depistarea etajului sau piesei defecte decît înlocuirea acesteia. Au devenit foarte utile, în special, la repararea radioreceptoarelor tranzistorizate, așa-numitele generatoare de semnal de RF, MF și AF sau „injectoare de semnal". Există zeci și sute de variante de acest gen. Pentru radioamatorii începători vor fi prezentate cîteva scheme simple cu multiple aplicații care pot fi construite ușor.

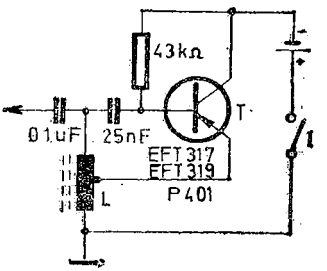


Fig. 85. Defectoscop cu un tranzistor.

Defectoscop cu un tranzistor. Schema sa (fig. 85) reprezintă un oscilator *LC* care generează semnale de audiofrecvență cu un mare număr de armonici (semnale a căror frecvență sînt multiplul frecvenței fundamentale). Armonica întîi, numită și fundamentală, are frecvența egală chiar cu frecvența de repetiție. Amplitudinea armonicilor scade cu ordinul acestora, astfel încît armonicile de ordin foarte mare sînt practic neglijabile, deoarece nu se mai aud.

Se recomandă folosirea unui tranzistor de radiofrecvență, ca armonicile să fie de frecvențe înalte, pentru a servi în RF și AF. Alimentarea se face de la un element de 1,5 V.

Bobina *L* se realizează pe o carcasă cu miez, de tip „oală" asemănătoare cu unele bobine de FI. Se vor înfășura 20 de

spire, cu priză mediană pentru emitorul tranzistorului. Sîrma are diametrul de 0,2 0,3 mm, izolată cu email.

Tot montajul poate fi introdus într-un tub de plastic sau metalic și la un cap va fi fixat un vîrf metalic pentru injectarea semnalului în punctele ce vor fi indicate pe schema radioreceptorului (bazele tranzistoarelor) începînd de la etajul final spre primul etaj de RF. În difuzor se va auzi un sunet cu o frecvență fixă. Etajul de unde sunetul încetează urmează a fi controlat, acolo fiind defectul.

Generator multivibrator. Cea mai largă răspîndire o au în rîndul radioamatorilor generatoarele de semnal cu impulsuri dreptunghiulare bazate pe funcționarea circuitelor basculante astabile (fig. 86). Sînt montaje simetrice cu două tranzistoare, putînd fi considerate ca amplificatoare *RC* cu două etaje, la care se aplică o reacție pozitivă puternică, de la ieșirea lui T_2 la intrarea lui T_1. Datorită cuplajelor reciproce, fiecare tranzistor rămîne periodic blocat numai pentru un interval de timp, necesar încărcării condensatorului cuplat la bază, pînă la atingerea tensiunii de deblocare. Perioada impulsurilor este determinată de constanța de timp CR, de saltul tensiunii de colector de la conducție la blocare și de tensiunea de blocare pe bază.

Un semnal dreptunghiular se poate descompune într-o sumă de semnale sinusoidale, a căror frecvență este un multiplu întreg al frecvenței de repetiție (fundamentala) și care se numesc armonice. Fundamentala poate fi 1 000 Hz și spectrul de frecvență pînă la 5 MHz.

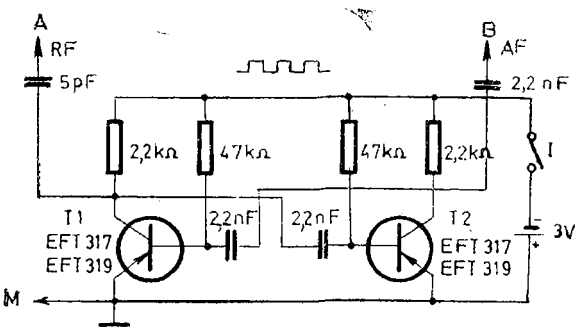


Fig. 86. Generator de semnale dreptunghiulare cu circuit basculant astabil.

În cazul montajului de față, armonicile superioare ale frecvențele în spectrul audio și radio (AF și RF), ceea ce este necesar în cazul depanării radioreceptoarelor.

La injectarea semnalelor generate de montaj se vor auzi în difuzor fluierături sau fîșîituri caracteristice. Borna *A* injectează semnul de AF, borna *B* — RF și borna *M* reprezintă masa (șasiul) receptorului. Alimentarea se face de la două elemente de 1,5 V.

Întregul montaj încape într-o cutie de mici dimensiuni, fără a mai utiliza fire de legătură, injecția semnalelor putînd fi făcută prin vîrfuri metalice.

Generatorul miniatură (fig. 87) poate fi montat într-un tub de plastic, de pildă, creion „Carioca".

În schemă este prezentat un montaj cu circuit basculant, mai simplu, dar care se alimentează chiar din bateria receptorului și poate funcționa stabil cu orice tensiune între 1,5 9 V, consumul maxim fiind de 3 mA.

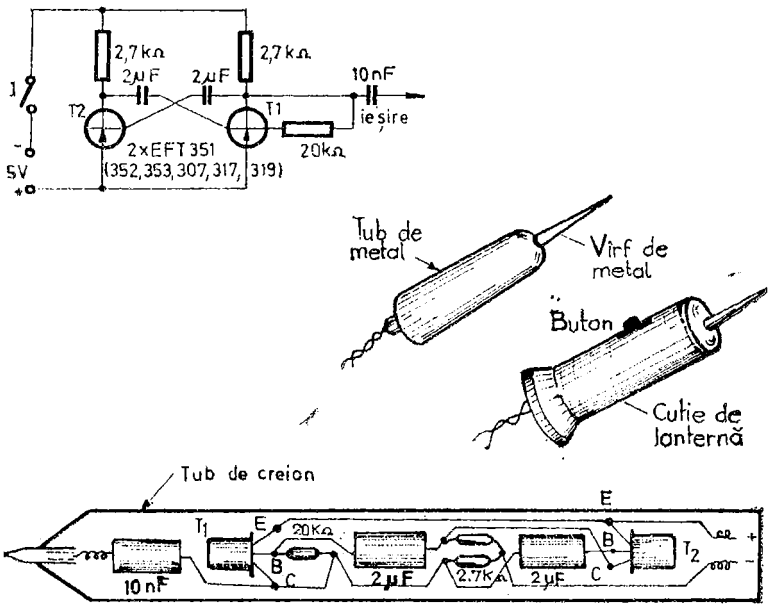


Fig. 87. Generator miniatură montat într-un tub de creion, tub metalic sau tub de lanternă.

Frecvența de bază este de aproximativ 1 000 Hz cu un spectru de armonici care se întinde pînă aproape de 5 MHz, putîndu-se verifica deci etaje de AF, MF și RF. Alimentarea fiind comună cu a radioreceptorului verificat, se realizează automat și legătura cu masa aparatului între generator și receptor.

Valoarea pieselor este indicată în schemă, construcția și punerea în funcțiune fiind asemănătoare cu cele de la montajele precedente.

Urmăritor de semnal (signal tracer). Schema din figura 88, a prezintă un aparat foarte util în depanarea radioreceptoarelor. Dacă cu ajutorul generatorului de semnal se va injecta un semnal de amplitudine constantă, verificarea receptorului nu mai este dependentă de postul recepționat; receptorul va detecta semnalul dat de generator, care se va auzi în cască. Așadar, pentru auzirea semnalului nu se mai utilizează difuzorul radioreceptorului.

Montajul prezentat este de fapt un amplificator cu două etaje, echipat cu două tranzistoare *pnp* cu germaniu de orice tip (EFT 323), cu un factor mediu de amplificare (50 ... 70). Potențiometrul P are încorporat și întrerupătorul I_2.

Cu acest trasator de semnal se poate auzi semnalul direct de la baza picupului sau capului de magnetofon, precum și la intrarea în receptor din antenă, avînd montat la intrare o diodă detectoare, care se va scurtcircuita cu I_3 cînd se trece la verificarea punctelor *2, 3, 4, 5, 6, 7* din schema unui radioreceptor (fig. 88,b).

Borna *1*, de la intrarea trasatorului de semnal, se conectează la punctul *1* din schema radioreceptorului (fig. 88, b) și se poate potrivi tăria postului local cu miezul de ferită al circuitului de intrare. Dacă postul se aude bine, se poate trece la punctele 2 ... 7, scurtcircuitînd mai întîi dioda detectoare cu I_3. Masa trasatorului de semnal se va lega la masa radioreceptorului.

Urmăritorul de semnal din figura 88, a mai are avantajul că poate funcționa și invers, ca generator astabil de semnal. Pentru aceasta, se va închide întrerupătorul I_1 și astfel ieșirea amplificatorului este legată cu intrarea lui. Semnalul de la ieșire se aplică în fază cu semnalul de la intrare, din cauza numărului pereche de etaje de amplificare — fiecare etaj inversînd faza, și rezultă o reacție pozitivă pe o frecvență condiționată de valoarea pieselor *RC*.

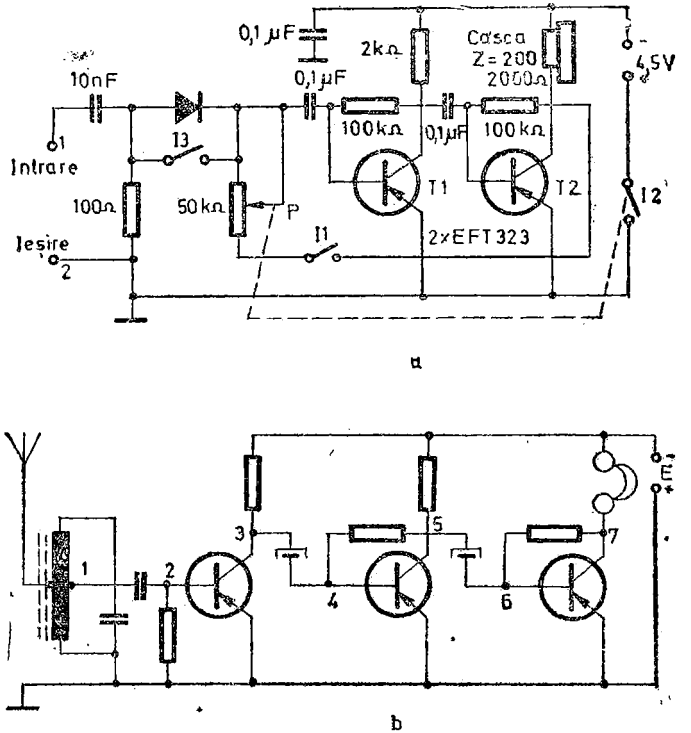


Fig. 88. Urmăritor de semnal (signal tracer) și metoda de lucru: *a* — schema montajului; *b* — punctele unde se încearcă existența semnalului.

Semnalul este de formă dreptunghiulară (1 000 Hz), bogat în armonici de AF și RF. Montajul poate fi executat pe o plăcuță de circuit imprimat, miniatural.

Generator de bandă largă cu diodă (fig. 89). Poate fi construit cu ușurință, fiind foarte ingenios și util. Generează

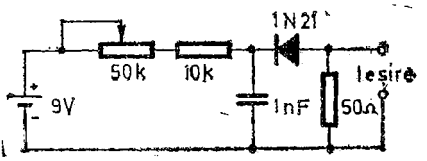


Fig. 89. Generator de zgomot RF și AF.

zgomot în benzile de RF și AF, putînd servi la injectarea semnalului pentru depanarea radioreceptoarelor și amplificatoarelor.

Montajul se bazează pe polarizarea inversă a unei diode sau a unei joncțiuni de la un tranzistor. Tensiunea de alimentare este în funcție de dioda folosită.

Reglajul fin se efectuează cu ajutorul potențiometrului de 50 kΩ. Montajul prezintă o impedanță de ieșire mică. Frecvența nu este bine definită, așa că se va auzi sunetul ca un zgomot.

Aparate pentru încercarea tranzistoarelor

În general, există numeroase montaje pentru încercarea și măsurarea tranzistoarelor. Cîteva scheme simple, accesibile oricărui radioamator, au fost prezentate cu ocazia descrierii metodelor de verificare a dispozitivelor semiconductoare.

Vom descrie aici măsurarea amplificării tranzistoarelor cu aparate simple, deoarece nu toți radioamatorii dispun de asemenea utilaje.

Un procedeu cu mult mai bun decît verificarea sumară a unui dispozitiv semiconductor îl constituie, desigur, măsurarea parametrilor și compararea lor cu valorile indicate în cataloage. Dar, în practica amatorilor, mai ales în cazul reparațiilor radioreceptoarelor, interesează numai dacă tranzistorul este bun sau defect, proprietate care nu se poate afla decît măsurînd următorii parametri în regim static, într-un montaj cu baza comună (vezi figura 96):

— I_{CBO}, curentul rezidual (de repaus) al joncțiunii colector-bază polarizată invers;

— I_{CEO}, curentul de colector-emitor;

— I_{EBO}, curentul de emitor-bază;

— $\alpha_N \cong I_C/I_E \leqslant 1$ coeficientul de amplificare de curent în scurtcircuit;

— $\beta_N \cong I_C/I_E \leqslant 1$ coeficientul de amplificare de curent bază-colector (montaj cu emitor comun).

Relațiile dintre cei doi coeficienți α și β sînt următoarele:

$$\alpha_N \cong \frac{\beta_N}{1+\beta_N}; \quad \text{iar} \quad \beta_N \cong \frac{\alpha_N}{1-\alpha_N} \cong 20 \ldots 600;$$

aceste relații sînt foarte utile în practică pentru calcule aproximative atît în cazul tranzistoarelor *pnp*, cît și pentru cele *npn*.

Dintre mărimile de mai sus, care caracterizează performanțele sau calitatea unui tranzistor, practic, pentru amatori este suficientă cunoașterea doar a două mărimi statice:

I_{CBO} — curentul rezidual colector-bază, sau de repaus și mai este notat uneori I_{CO}; valoarea acestui curent depinde de temperatură, de tensiunea colectorului și de calitatea joncțiunii (5... 20 μA).

α_N și β_N — coeficienții de amplificare în montaj cu baza, respectiv emitorul comun.

Curentul I_{CBO} trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu valoarea indicată în catalog sau pe schemele din această carte. Tranzistoarele cu un curent I_{CBO} mai mare, fie că funcționează nemulțumitor, fie că se încălzesc, au un consum depășit de cel nominal stabilit prin rezistențele de polarizare, despre care se va mai vorbi la punctul următor (metode de depanare — fig. 90, a).

În cazul determinării coeficientului de amplificare de curent α_N (fig. 90, b) tranzistorul este alimentat cu un curent de 1 mA, prin rezistorul de 4,5 kΩ, neglijîndu-se rezistența tranzistorului. În acest caz, curentul care trece către colector este numeric egal cu α_N, iar curentul din circuitul de bază reprezintă pe $1 - \alpha_N$. Cunoscînd aceste valori α_N și $1 - \alpha_N$ se poate ușor calcula β_N — factorul de amplificare de curent *BC*.

Cu aceste sumare indicații se poate înțelege mai ușor funcționarea celor două tranzistormetre ce vor fi prezentate și care au fost experimentate cu succes.

Tranzistormetrul a cărui schemă este prezentată în figura 90,c măsoară cele două mărimi I_{CBO} și α_N la tranzistoare, precum și curentul în ambele sensuri la diode.

Curentul I_{CBO} se măsoară atunci cînd butonul *B* nu este apăsat, iar amplificarea de curent cînd este apăsat. Tranzis-

torul de măsurat se plasează cu terminalele în soclul *CBE*. Acest soclu poate fi confecționat din vîrfuri metalice de la rezervele de pixuri, sudînd în spatele panoului frontal firele de legătură ale montajului. Schema corespunde tranzistoarelor *pnp* din economie de comutatoare, dar pentru tipul *npn* se poate inversa doar polaritatea bateriei.

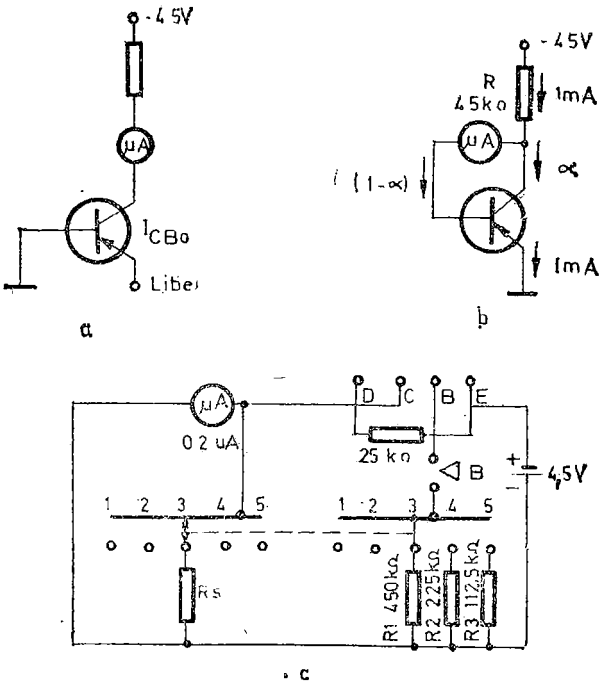


Fig. 90. Aparat pentru măsurarea curentului I_{CBO} *(a, b)* și a factorului de amplificare α *N (C)*.

Devierea maximă a acului instrumentului va arăta amplificarea de 200 (pe o scală gradată ca în figura 91, a) dacă rezistorul R_1 are 450 kΩ, dacă R_2 are 225 kΩ va arăta 100, iar pentru R_3 = 112,5 kΩ va fi 50. Sînt cele 3 rezistoare din montaj.

Instrumentul are sensibilitatea de 200 microamperi. Curentul invers *(I_{CBO})* se măsoară în poziția *1* și *2* a întreru-

pătorului, anume în poziția *1* pînă la 200 μA și în poziția *2* pînă la 2 000 μA (2 mA). În poziția *3*, *4* și *5* se măsoară amplificarea tranzistorului pentru care este necesar să se apese butonul *B*. În poziția *3* se măsoară amplificarea de 200, în poziția *4* se măsoară 100, iar în poziția *5* — 50.

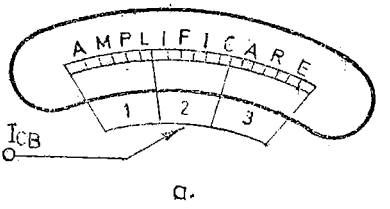
Diodele se încearcă în poziția *1* a întreruptorului, între bornele *D* și *C*. Întîi se încearcă curentul într-un sens, apoi în celălalt, pentru care se inversează terminalele diodei.

Rezistorul R_s este șuntul instrumentului pentru limitarea curentului care trece prin instrument la 2 000 μA (2 mA). Valoarea șuntului depinde de rezistența internă a instrumentului și valoarea trebuie calculată după exemplele date la descrierea instrumentelor de măsură.

Tranzistormetrul pentru tipul *pnp* și *npn* fără comutator, a cărui schemă este prezentată în figura 91, b, are o construcție simplă și ingenioasă, reușind să facă aceleași măsurări I_{CBO} și amplificarea în mod rapid, ceea ce este important cînd se caută un tranzistor corespunzător sau se sortează un număr mai mare de tranzistoare. Operațiile de măsurare sînt simple:

— se verifică mai întîi tensiunea bateriilor prin introducerea pentru un scurt timp, la oricare din socluri, între bornele EC, a unui rezistor de 560 Ω. Dacă acul indicator a instrumentului nu ajunge la capătul scalei, se înlocuiesc bateriile (2×3 V sau 4×1,5 V).

— I_{CBO} se măsoară prin introducerea tranzistorului în soclul *pnp* sau *npn* și se verifică indicația după scala din figura 91, a. Gradația *1* înseamnă bun; *2* — satisfăcător; *3* — defect.



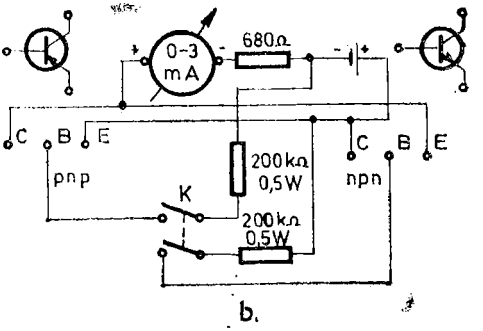
a.

Fig. 91. Tranzistormetru pentru măsurarea curentului I_{CBO} și a factorului de amplificare: *a* — scala aparatului;

Dacă instrumentul nu arată nici o indicație, joncțiunea este întreruptă; dacă indicația este la cap de scală, joncțiunea este în scurtcircuit.

— amplificarea de curent se măsoară apăsînd butonul *K* și dacă indicația se mărește cu cel puțin o gradație față de indicația obținută la verificarea I_{CBO}, tranzistorul este bun; dacă nu indică nimic, joncțiunea este întreruptă.

Ținînd cont de indicațiile instrumentului se pot sorta perechi de tranzistoare pentru etajele de AF.



b.

Fig. 91. *b* — schema de principiu.

La măsurarea tranzistoarelor nu se vor folosi instrumente a căror sensibilitate (indicația la cap de scală) este mai mare de 5 mA, întrucît sînt prea puțin sensibile.

Aparatul trebuie alimentat strict cu tensiunea de 6 V, iar dacă rezistorul de 680 Ω nu corespunde, se introduce un rezistor de 560 Ω.

8. Metode și etape de depanare

Generalități

Procesul tehnologic al depanării unui radioreceptor cu tranzistoare cuprinde o succesiune de operații care conduc în final la descoperirea cauzei care a determinat simptomul (element pasiv sau activ defect, deteriorare mecanică, reglaje incorecte) și înlăturarea acestei cauze, după care urmează aducerea radioreceptorului la performanțele inițiale.

Depanarea se face în două etape: localizarea etajului defect, iar apoi identificarea piesei defecte. Metoda optimă de depanare se consideră aceea care conduce la localizarea

pieselor defecte în timpul cel mai scurt și cu un număr minim de măsurări și verificări. Acest deziderat însă este satisfăcut numai dacă radioamatorul posedă cunoștințe despre funcționarea radioreceptorului, modul cum defecțiunea afectează performanțele globale reale și legătura dintre simptom și cauza defectului. În acest scop, capitolele precedente ale lucrării de față au urmărit să răspundă și să elucideze unele probleme de bază ale construcției și funcționării radioreceptoarelor, condiții obligatorii ale unei depanări rapide și corecte.

Localizarea defectelor se poate face rațional și organizat, utilizînd aparate de măsurat și control specifice (profesionale) sau utilizînd un minim de aparate de măsurat și control accesibile radioamatorilor. Ținînd cont de situație, s-a mers pe linia de mijloc, spre a fi util atît radioamatorilor avansați, cît și celor începători.

În acest capitol vor fi analizate lucrările de depanare a radioreceptoarelor incluzînd majoritatea defectelor tipice, fără a insista asupra reparațiilor pur mecanice, deoarece acestea conțin multe elemente specifice fiecărui receptor.

Etapele depanării radioreceptoarelor sînt:

—precizarea simptomului prin observarea manifestării exterioare, fie auditiv, fie prin manevrarea unor comenzi sau reglaje;

—analiza schemei electrice a aparatului contribuie, prin cunoașterea particularităților față de schema clasică, la diagnosticarea defectului;

—verificarea stării exterioare, a funcționării părții mecanice, a sursei de alimentare, a stării fizice a pieselor;

—stabilirea etajului și a defectului din acest etaj prin injectarea și urmărirea semnalului în cele două tronsoane: a) CI, RF, SF, FI, Det și b) AAF;

—măsurarea tensiunilor și curenților pentru localizarea piesei defecte din etaj;

—repararea defectului (conexiune, componente electronice, scurtcircuite, exfolieri sau întreruperi ale cablajelor imprimate);

—proba eliminării defectului (defectelor).

Înainte de a se trece la repararea unui radioreceptor defect, este bine ca depanatorul să afle în prealabil cum a funcționat aparatul pînă atunci, cînd și care anume piese

au fost înlocuite, în ce condiții s-a defectat (progresiv în timp, brusc).

În foarte multe cazuri, audiția necorespunzătoare se datorește bateriei epuizate, al cărei curent scade în sarcină, deși tensiunea măsurată „în gol" indică o valoare normală.

Metodele de localizare a defectului la nivelul etajelor constau în măsurări, conectînd aparatele de măsură în diferite puncte ale radioreceptorului. Alegerea metodei optime se bazează pe anumite criterii (clasele de defecte, calitatea aparatelor de măsură disponibile, locul depanării etc.).

Metodele care pot fi aplicate și de radioamatori sînt: injecția de semnal, urmărirea semnalului, înlocuirea blocului funcțional (claviatură, bobine etc.).

Metodele uzuale de depistarea piesei defecte constau în aprecierea performanțelor globale corelate cu performanțele etajului respectiv (defectarea anumitor piese afectează calitatea funcționării) și metoda măsurării „pas cu pas" a etajului, în regim static sau dinamic.

Verificarea radioreceptoarelor cu tranzistoare fără aparate de măsură se începe prin examinarea cu atenție a montajului, pieselor, legăturilor, traseelor circuitelor improvizate; dacă s-a respectat polaritatea condensatoarelor electrolitice, dacă nu există scurtcircuite, dacă bateriile nu sînt legate cu polaritate inversă. Tensiunea bateriei se măsoară cu radioreceptorul în funcțiune, la o intensitate maximă a audiției (volum maxim).

Încercarea funcționării în gamele de US și UUS se face atingînd capătul unui conductor (ca antenă exterioară) borna de antenă și dacă se aude în difuzor zgomot înseamnă că ARF sau OL este bun.

Se menționează că sistemul atingerii cu sîrma sau cu șurubelnița a elementelor de comandă (baza) și alte puncte ale montajului nu este întotdeauna concludentă, deoarece impedanțele de intrare ale tranzistoarelor fiind mici, ele preiau o foarte mică parte din tensiunea de brum aplicată prin șurubelniță. Ca atare, numai primele etaje (RF, FI) pot fi verificate astfel.

Obținerea unor pocnituri puternice prin scurtcircuitarea intrărilor sau ieșirilor tranzistoarelor va fi evitată, deoarece de cele mai multe ori se vor deteriora.

Se recomandă, pentru verificarea montajelor tranzistorizate, confecționarea unui „cap de probă" simplu, introducînd un rezistor de circa 10 kΩ într-o fișă „banană" (fig. 92, a).

Verificarea cu un asemenea dispozitiv se efectuează conectînd o clemă crocodil la masa aparatului de recepție și cu volumul reglat la maximum se ating cu vîrful de test

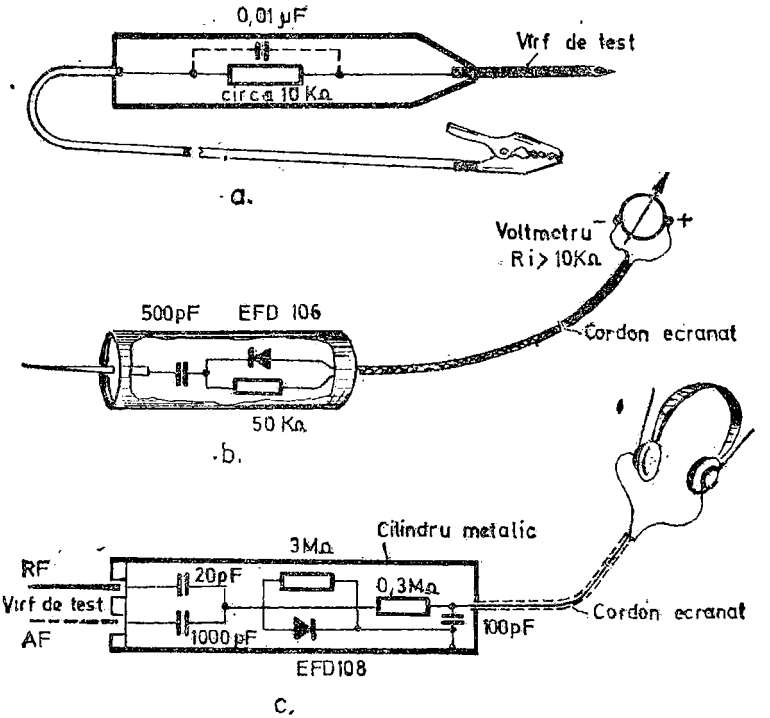


Fig. 92. Dispozitive simple de încercare: *a* — cap de probă; *b* — urmăritor de semnal AF; *c* — indicator de semnal RF și AF.

intrările diferitelor etaje. În difuzor se vor auzi pocnituri de intensități diferite, în cazul că etajele respective funcționează normal. Astfel, în etajele de AF, FI—1, FI—2 se vor auzi pocnituri slabe și în RF și mixer pocnituri puternice.

Trebuie avut în vedere că „pocnitura" poate fi auzită chiar dacă etajul oscilator local nu funcționează.

Deși simplă, metoda descrisă mai sus nu este prea sigură în determinarea precisă a etajului defect.

Măsurarea tensiunilor de radiofrecvență din etajele RF și FI se poate face cu un instrument a cărui rezistență internă trebuie să fie mai mare de 10 kΩ, introdus în circuitul de ieșire al sondei din figura 92, b.

Un cap de probă (sondă) tot la fel de simplu, pentru urmărirea semnalului unui post, este prezentat în schema din figura 92, c. El are două intrări: de RF și AF.

Semnalul de RF modulat cu audiofrecvență — sau semnal de AF din radioreceptor — ajunge prin condensatorul de cuplaj de 20 pF, respectiv 400 sau 1 000 pF, la detectorul EFD 108. În timp ce semiperioada pozitivă este scurtcircuitată, semiperioada negativă produce pe rezistorul de 3 MΩ, respectiv 0,3 MΩ, o tensiune de AF corespunzătoare modulației de AF care se aplică amplificatorului din radioreceptor sau se aude într-o cască. Condensatorul de 100 pF servește la suprimarea restului de RF.

În cazul în care etajul defect nu poate fi găsit cu ajutorul unei simple examinări cu capul de probă sau sonda de RF, AF și nici prin verificarea stării exterioare a radioreceptorului, se va folosi metoda injecției și urmăririi semnalului produs de un generator.

Metoda injecției de semnale produse de un generator standard (GSS) este prezentată în figura 93 cu scopul de a se orienta radioamatorii asupra modului de utilizare a acestui aparat.

În lipsa unor aparate de măsură specifice (voltmetru electronic, osciloscop, GSS), amatorii pot folosi:

— amplificatorul aperiodic ca urmăritor de semnal (cu cap de probă sau sondă) care introduce o amortizare ce dezacordează circuitele afectînd performanțele receptorului;

— multvibratorul (generator cu circuit basculant astabil de semnale dreptunghiulare — fig. 86, 87 și 88).

Utilizarea universală a generatorului multivibrator este eficace în toate benzile de frecvențe (RF, FI, AF) în următoarele scopuri:

— verificarea sensibilității pe toate gamele de lungimi de undă;

—controlarea golurilor de oscilație de la domeniul de AF pînă la RF;
—alinierea circuitului de intrare;
—controlarea alinierii circuitelor;
—acordarea etajelor de FI;
—depanarea prin injecția și urmărirea unui semnal.

După cum rezultă, cu ajutorul unui generator de semnal se poate efectua ușor o depanare metodică, rapidă și corectă.

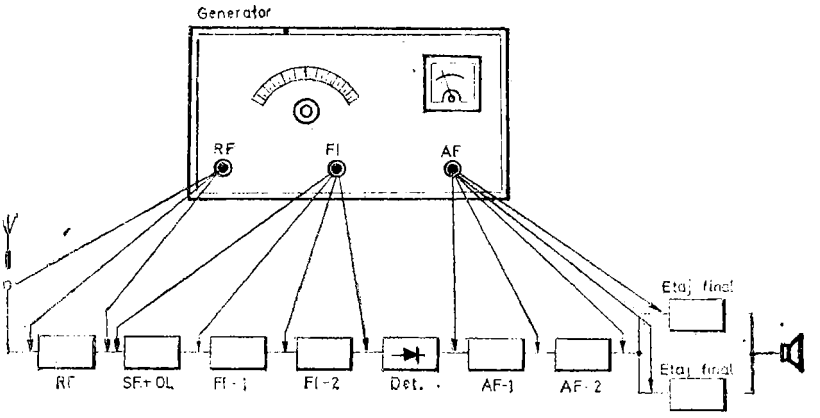


Fig. 93. Verificarea radioreceptorului cu ajutorul generatorului de semnal standard GSS.

Semnalul se aplică, în acest scop, începînd de la ultimul etaj de AF pînă la bornele antenei, după cum se arată în schema din figura 93.

Măsurarea celorlalte performanțe (selectivitatea, atenuări, distorsiuni etc.) presupune reglaje suplimentare și aparate specifice pe care nu le posedă amatorii.

Determinarea mai precisă a deranjamentelor și a etajului defect se efectuează prin metoda semnalelor de test amintită mai sus, conform schemei din figura 94.

Prin utilizarea multivibratorului cu circuit basculant ca generator de semnal (1 000 Hz) cu foarte multe armonici și a unui amplificator „urmăritor de semnale" (signal-tracer), calitatea reparației crește, iar timpul consumat cu reparația scade.

Există două metode: metoda „înainte" și metoda „înapoi"; denumiri ciudate, dar exacte. Prima metodă constă în căutarea defecțiunii unui radioreceptor pornind de la difuzor spre antenă (figura 94), iar a doua de la antenă spre difuzor.

Generatorul pentru semnale de test (RF, FI, AF) se folosește pentru lucru prin metoda „înapoi", iar urmăritorul de semnal despre care se va vorbi mai departe, pentru metoda „înainte".

Se va prezenta acum metoda „înapoi" la folosirea generatorului de semnal.

De masa radioreceptorului se conectează ieșirea „*M*" a generatorului, iar cu vîrful de test se controlează (fig. 94) difuzorul și toate elementele de comandă de la punctul *1* — *14* pînă la borna de antenă. În cazul unui receptor în stare de funcționare, la atingerea fiecărui punct (atenție la frecvența introdusă: RF, FI sau AF, dacă generatorul posedă asemenea benzi) se va auzi în difuzor un semnal de 1 000 Hz. Dacă într-unul din puncte semnalul încetează, atunci defecțiunea se află în etajul respectiv și rămîne doar să fie localizată precis.

După cum se observă, generatorul de semnal se aplică radioreceptoarelor cu defecte de clasă „A" (audiție nulă), cu sensibilitate redusă sau cu funcționare instabilă.

Deși generatoarele de semnal prezentate în figurile 86 și 87 au prevăzute condensatoare prin care se aplică semnalul, spre a evita scurtcircuitarea polarizărilor prin atenuatorul generatorului, menționăm că alte tipuri de generatoare trebuie conectate la radioreceptoarele cu tranzistoare prin capacități de 10 ... 20 pF pentru AAF și de cîteva zeci de nanofarazi pentru etajele AFI, SF, iar pentru gama de US — 25 pF.

Controlul subiectiv al performanțelor radioreceptorului verificat se efectuează prin difuzor, iar obiectiv se poate controla prin măsurarea cu un wattmetru de ieșire a puterii semnalului și cu alte aparate complexe (osciloscop, distorsiometru).

În locul difuzorului sau a aparatelor specificate se poate improviza o instalație de măsurare, compusă dintr-un volt-

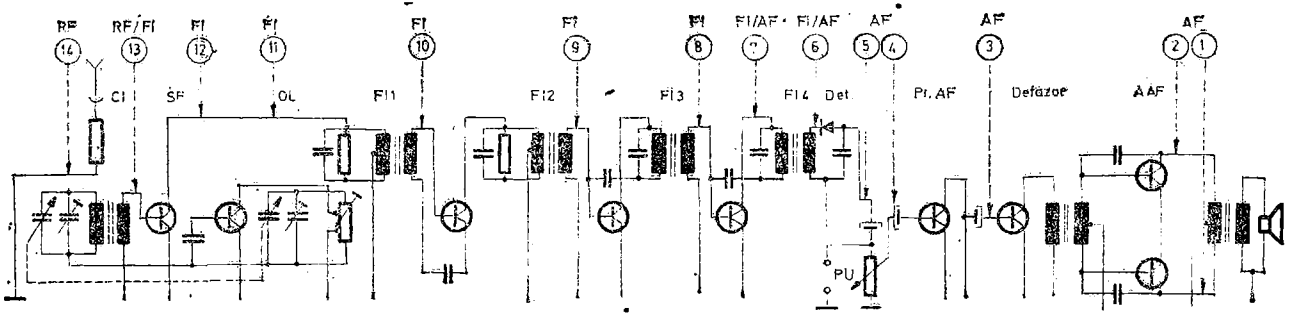


Fig. 94. Schema simplificată a unui radioreceptor cu indicarea punctelor de introducerea semnalelor.

metru de c.c. cu rezistență interioară mare (de preferat voltmetru electronic), care se conectează ca în schema din figura 95, a.

Pentru verificare, nu se vor aplica semnale exagerat de mari (nivelul normal fiind: ultimul etaj de FI —1 ... 10 mV; etajul dinaintea acestuia 100 —500 μV; OL —10 μV), deoarece se „înnecă" receptorul și se supraîncarcă dioda detectoare, precum și tranzistorul de AF.

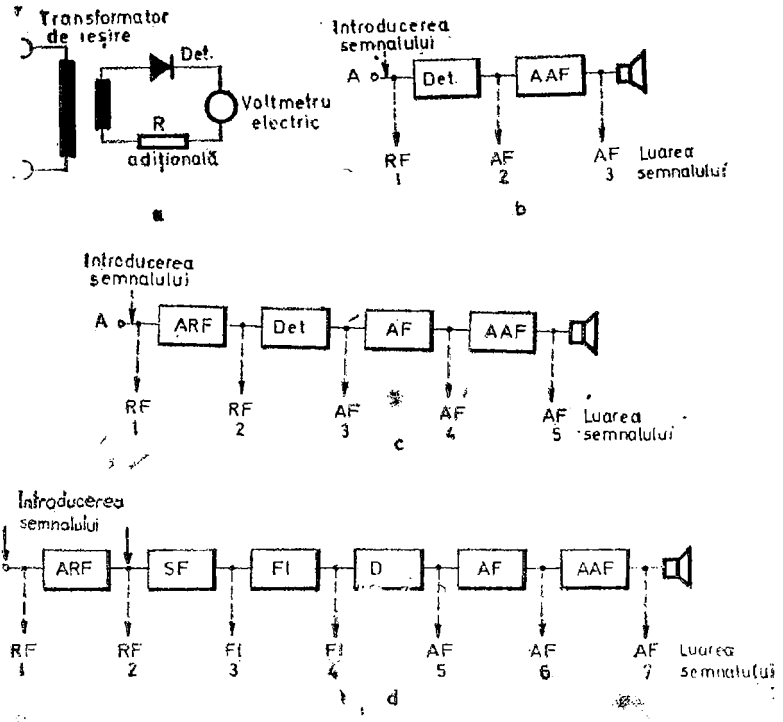


Fig. 95. Scheme bloc pentru urmărirea semnalului: *a* — înlocuitor pentru voltmetru de ieșire; *b* — radioreceptor cu un circuit acordat; *c* — radioreceptor cu două circuite acordate; *d* — superheterodină.

Metoda urmăririi semnalului (sau metoda dinamică „înainte") se aplică cu precădere radioreceptoarelor cu defecte de nefuncționare (lipsă de sensibilitate).

În scopul urmăririi semnalului se aplică la intrarea radioreceptorului începînd cu punctul *1* (fig. 95, b,c,d) un semnal de RF modulat cu AF, iar printr-un amplificator „urmăritor de semnal" (fig. 88) se va auzi în cască semnalul injectat. Cu ajutorul miezului de ferită al circuitului de intrare se poate regla tăria semnalului. Se testează pe rînd punctele de la *1* ...*7* și etajul unde, eventual, semnalul dispare este locul unde se caută elementul defect prin încercări separate. Trebuie reținut că tăria semnalului trebuie să crească pe măsură ce se caută semnalul, spre difuzor și verificările în partea de AF se fac cu dioda urmăritorului scurtcircuitată. Ca indicator auditiv al montajului din figura 88 se poate folosi o cască telefonică sau o cască piezoelectrică șuntată de un rezistor de 5 kΩ.

În principiu, metoda „înapoi" seamănă cu metoda „înainte", făcîndu-se prin generator de semnal, cu deosebirea că prin vîrful de test în primul caz se introduce semnalul, iar în al doilea caz se scoate semnalul.

Cu urmăritorul de semnal se poate asculta din etaj în etaj *(1 ... 7)* și semnalul unui post emițător puternic. Dacă acesta nu „răspunde" se verifică întîi tensiunea OL, apoi tensiunile pe bazele tranzistoarelor de FI. Se trece apoi la rezistența de sarcină a etajului detector, evaluîndu-se tensiunea de audiofrecvență și în final la etajele de AF pînă la difuzor.

Se poate observa că metoda semnalelor de test este mult mai expeditivă, chiar dacă aparatele de verificare sînt construite de amatori.

Măsurarea tensiunilor și curenților într-un radioreceptor, operație concludentă și obligatorie în cazul unei depanări raționale, urmează metodelor cu semnale de test. Ea va fi exemplificată cu ajutorul mai multor scheme, pentru ca cititorul să cunoască exact valorile acestor mărimi în diferite puncte ale montajelor.

Este important însă, înainte de a trece la măsurări electrice în radioreceptoare pe baza schemelor de principiu, să fie abordată măsurarea regimului de lucru al tranzistoarelor. Numai astfel se poate deduce cauza anumitor defecte ale aparatelor.

Dacă la radioreceptoarele cu tuburi cauza cea mai frecventă a defectelor este îmbătrînirea sau arderea unui tub

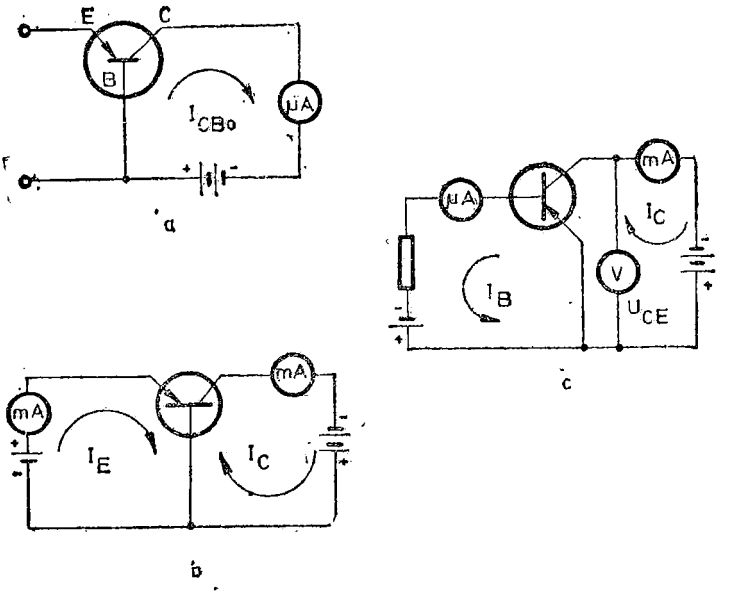


Fig. 96. Montaje pentru măsurarea tensiunilor și curenților: a — $ICBO$; b — amplificarea α; c — amplificarea β.

(argument des folosit de unii amatori), la radioreceptoarele cu tranzistoare, defectarea unui tranzistor este foarte rară (durata sa de viață fiind teoretic nelimitată) și numai datorită unor manevre greșite. De aceea, tranzistoarele vor fi mai rar acuzate de defecte și numai în ultimă instanță. Schimbarea unui tranzistor cu altul din același montaj datorită diferenței mari dintre parametrii lor nu are sens; dimpotrivă, dacă nu implică un nou reglaj al circuitelor poate să dăuneze cablajului imprimat.

Calitatea tranzistorului se determină comparînd valoarea calculată sau măsurată direct a coeficientului α_N sau β_N cu valoarea indicată în catalog. În figurile 90 și 91 sînt date scheme de tranzistormetre pentru măsurarea coeficientului α în montaje cu baza comună, care sînt cele mai frecvente.

Toate tensiunile continue ale diferitelor montaje ale tranzistoarelor se măsoară față de un potențial de referință

(plus sau minus) și emitor și între același potențial de referință și bază. Voltmetrul trebuie să aibă $R_i \geq 20$ kΩ. Tensiunile alternative (semnalul) se măsoară cu un voltmetru electronic cu impedanța de intrare $Z_i \geq 10$ MΩ.

Pentru măsurarea polarizării tranzistoarelor *pnp* se ia ca referință plusul masei de alimentare pentru tranzistoarele din etajul final și plusul după rezistorul de filtraj pentru tranzistoarele din celelalte etaje, pentru o mai bună apreciere a diferențelor tensiunilor mici citite pe scara mică a voltmetrului electronic.

Verificarea polarizării tranzistoarelor este o operație care poate să furnizeze o cantitate mare de informații, atît asupra stării tehnice a tranzistorului, cît și asupra elementelor circuitului în care este conectat.

Luînd ca exemplu schema de principiu a unui etaj AFI cu circuit singular (fig. 97) pe care sînt trecute tensiunile de polarizare a tranzistorului AF 126 (pentru tensiunea de alimentare de 6 V), se vor face cîteva considerații privind problema polarizării.

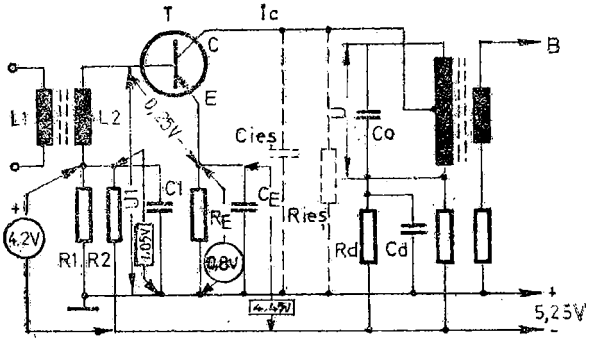


Fig. 97. Tensiunile de polarizare ale unui tranzistor lucrînd ca AAF-MF.

Este un montaj cu emitorul comun. Divizorul rezistor R_1R_2 este utilizat pentru polarizarea bazei, iar C_1 pentru decuplarea la masă a rezistorului R_1, pentru ca în acest fel semnalul captat de la etajul anterior să fie aplicat integral pe baza tranzistorului amplificator T. Emitorul este conectat la masă pentru curenții de FI prin C_E, iar rezistorul R_E stabilizează termic funcționarea tranzistorului.

S-a constatat că unul din dezavantajele tranzistoarelor este lipsa de stabilitate la variațiile de temperatură, ceea ce poate conduce la creșterea I_C pînă la valoarea de deteriorare a tranzistorului sau modificarea caracteristicilor sale de amplificare între limitele zero și maxim. Sînt afectate în special tranzistoarele de AF. Stabilizarea punctului de funcționare se poate face cu ajutorul reacției de tensiune, care în schema din figura 97 se obține prin rezistorul R_E. Alte procedee de stabilizare termică îl constituie reacția de curent, stabilizarea cu reacție de curent și de tensiune, precum și stabilizarea prin folosirea *termistorului* care este un rezistor de tipul NTC (coeficient de temperatură negativ), utilizată curent în etajele finale ale receptoarelor și amplificatorului.

În continuarea explicitării schemei (fig. 97), rezistorul R_d servește pentru polarizarea la valoare diferită a colectorului, fiind decuplată la masă prin condensatorul C_d.

Din citirea tensiunilor măsurate, luînd ca referință potențialul minus al bateriei, se observă că tensiunea dintre minus și emitor (4,45 V) trebuie să fie mai mare decît tensiunea dintre minus și bază (4,2 V) cu 0,15 ... 0,3 V.

De asemenea, dacă se măsoară tensiunea luînd ca referință potențialul plus al bateriei, tensiunea dintre plus și emitor (0,8 V) trebuie să fie mai mică decît tensiunea dintre plus și bază (1,05 V) cu 0,15 ... 0,3 V.

Defecțiunile care apar în circuitele de polarizare pot modifica regimul de lucru sau pot determina distrugerea joncțiunilor tranzistoarelor.

Din analiza schemei din figura 98, a se desprind unele concluzii asupra defecțiunilor ce pot apărea în circuitele de polarizare a tranzistoarelor. Diferența dintre tensiunea pe emitor U_E (—0,5 V) și tensiunea pe bază U_B (—0,7 V) este tensiunea de polarizare a bazei (în cazul schemei $U_B - U_E = -0,7 - (-0,5) = -0,7 + 0,5 = -0,2$ V).

Alegînd tensiunea corespunzătoare de polarizare a bazei se stabilește punctul de funcționare al tranzistorului. Valoarea curentului I_B este foarte mică în raport cu valoarea curentului I_C, care este practic aproape egal cu I_E. Pentru exemplul din figura 98, a se admite pentru simplificare $I_C = U/R_4 = 5,5$ V/1000 = 0,5 mA, care provoacă pe fiecare din rezistoarele R_3 și R_4 o cădere de tensiune de 0,5 V.

Deoarece s-a admis ipoteza că $I_C \cong I_E$, se poate trage concluzia că dacă nu există I_C, nu există nici I_E, iar valoarea tensiunilor pe emitor și pe colector depinde de I_C, precum și de valoarea rezistoarelor R_3 și R_4.

Cu aceste succinte considerații asupra regimului de lucru al tranzistoarelor, strict necesare pentru depanare, vor

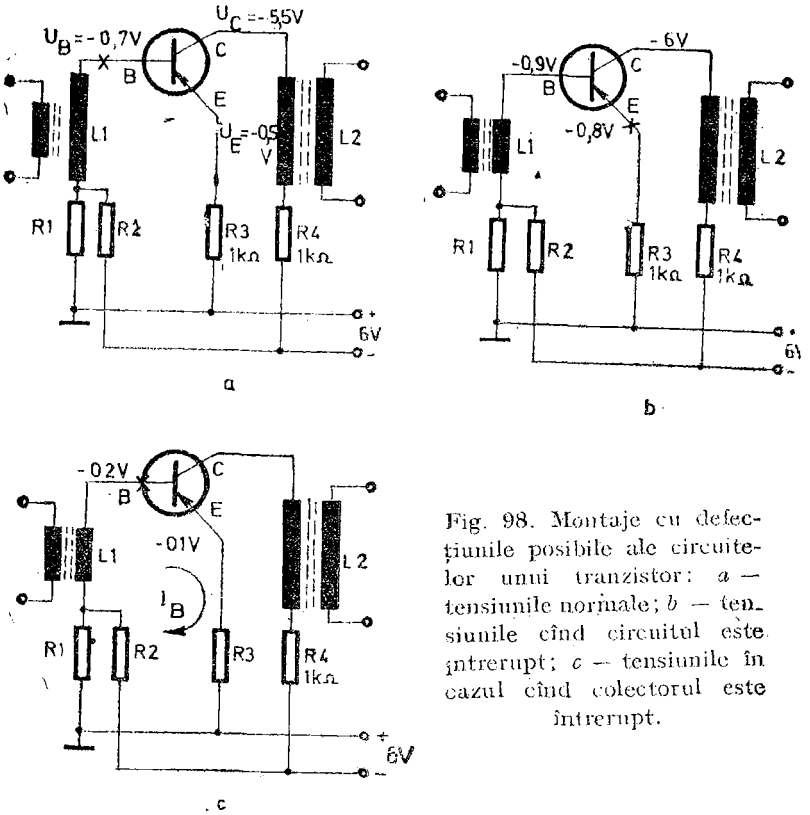


Fig. 98. Montaje cu defecțiunile posibile ale circuitelor unui tranzistor: *a* — tensiunile normale; *b* — tensiunile cînd circuitul este întrerupt; *c* — tensiunile în cazul cînd colectorul este întrerupt.

fi prezentate valorile tipice ale tensiunilor de alimentare și ale curenților pentru un tranzistor *pnp*:

$E_C = 3 \ldots 12$ V (minus pe colector și plus pe emitor);
U_{CE} = minimum 1 V;
$U_E = 0{,}2 \ldots 2$ V;

$U_{BE} = 0{,}15 \ldots 0{,}25$ V pentru tranzistoare cu germaniu și 0,55 ... 0,7 V pentru cele cu siliciu;
$I_C = 0{,}5 \ldots 5$ mA;
$I_b = 0{,}5 \ldots 10$ μA;
$I_E \cong I_C$.

Pe schemele de principiu ale radioreceptoarelor cu tranzistoare sînt trecute valorile precise a tensiunilor de curent continuu și alternativ (RF, FI și AF).

Întreruperea circuitului bazei (fig. 98, a) provoacă lipsa tensiunii de polarizare pe bază și pe emitor, iar tensiunea pe colector crește.

Întreruperea circuitului emitorului (fig. 98, b) atrage mărirea tensiunii colectorului. U_B este aproape egală cu U_E.

Întreruperea circuitului colectorului produce o micșorare considerabilă a tensiunii pe toți electrozii tranzistorului (fig. 98, c). Tensiúnea minus-emitor e mare. Poate duce la distrugerea joncțiunii bază-emitor care este polarizată direct cu o tensiune mare.

Întrerupere și scurtcircuitare în interiorul tranzistorului (fig. 98, c). La întreruperea conexiunii bazei, tensiunea pe bază este aproape normală (0,8 V), tensiunea pe emitor este nulă (0 v), iar tensiunea pe colector este mai mare (−6 V).

La un scurtcircuit în interior, între $E - C$, tensiunea bazei este aproape normală, tensiunea pe emitor și colector au mărime identică, tensiunea de polarizare a bazei este apropiată de zero sau chiar pozitivă.

Scurtcircuitarea condensatorului C_E (fig. 97) provoacă lipsa de tensiune minus-emitor și micșorează mult curentul prin tranzistor („blochează") din cauza polarizării mari inverse, însă mărește consumul general datorită șuntării tensiunii de alimentare prin rezistorul R_E.

Scurtcircuitarea condensatorului de decuplare la masă C_1 (tensiune nulă minus-bază) mărește mult curentul prin tranzistor pe care îl poate distruge și totodată crește consumul general datorită șuntării sursei de alimentare de către R_1.

Scurtcircuitarea rezistorului R_1 (tensiune nulă plus-bază) are ca efect blocarea tranzitorului și deci micșorarea curentului consumat de sursă.

Scurtcircuitarea rezistorului R_E (tensiune nulă plus-emitor) mărește mult curentul prin tranzistor, existînd pericol de supraîncărcarea și distrugerea lui.

După cum s-a spus mai înainte, defectarea tranzistoarelor în timpul funcționării se întîmplă relativ mai rar și atunci datorită cedării altei piese radio.

De aceea, înainte de a lua decizia dezlipirii tranzistorului bănuit defect trebuie să se verifice în prealabil toate celelalte piese aparținînd etajului respectiv. De asemenea, nu va fi lipit un tranzistor bun în paralel cu cel bănuit defect, deoarece piesele defecte pot provoca deteriorarea tranzistorului nou.

Măsurarea curenților tranzistoarelor nu se recomandă, fiind o operație mai complicată, întrucît trebuie desfăcute conexiuni, ocazie cu care piesele aferente, cît și cablajul imprimat se pot deteriora. Numai pentru etajul final se poate deconecta un terminal al rezistorului de emitor dinspre sursa de alimentare și a înseria un miliamtermetru pentru a măsura curentul de repaus (2... 10 mA). Așa cum s-a calculat la schema din figura 98 a, valoarea curentului I_C și I_B se poate calcula și căderea de tensiune pe rezistența din emitor sau din colector.

Pentru tranzistoarele din blocul UUS curentul I_E poate fi cuprins între 1,5... 2,5 mA, la tranzistorul SF —0,7 ... 1,5 mA, la FI —0,7... 1,5 mA, la AF —0,5 ... 1 mA, iar la tranzistorul defazor între 3 4 mA.

Operațiile de verificare a unui tranzistor în montaj, fără a-l deconecta, sînt, după figura 98 a, următoarele:

— se măsoară tensiunea U_E ((0,5 V);

— se scurtcircuitează baza tranzistorului cu capătul de jos al rezistorului R_3 (adică cu plusul bateriei) și dacă tranzistorul nu este defect $U_E \cong 0{,}1$ V;

— se conectează baza printr-un rezistor de valoare egală cu jumătate din valoarea lui R_1 și dacă U_E reprezintă jumătate din tensiunea nominală, tranzistorul e bun;

Dacă după verificările de mai sus tranzistorul corespunde, acesta nu va trebui dezlipit, defectul fiind în alte piese.

Pentru măsurarea factorului de amplificare α_N sau β_N tranzistorul se va dezlipi din montaj.

Metoda de verificare descrisă poate fi aplicată atît la tranzistoarele în montaj cu baza comună, cît și la cele cu colectorul comun.

Dacă tranzistorul este defect, în mod cert va fi înlocuit cu altul de același tip.

La depanarea radioreceptoarelor cu tranzistoare trebuie luate unele precauții:

— nu se va lega direct baza la borna de alimentare a bateriei;

— nu se va scurtcircuita rezistorul emitorului, deoarece I_B și I_C vor crește la valori care pot scoate din funcțiune tranzistorul;

— un scurtcircuit momentan între colectorul unui tranzistor din etajul final și masă lasă să treacă un curent foarte intens prin primarul transformatorului de ieșire care poate distruge tranzistorul.

Metoda măsurării etajului constă în măsurarea tensiunilor continu, și alternative, operație care se poate face relativ simplu și într-un timp scurt. În cazul radioreceptoarelor cu tranzistoare ar fi mai avantajoasă măsurarea curenților decît măsurarea tensiunilor, deoarece regimul de funcționare al tranzistoarelor, după cum s-a văzut, este caracterizat mai bine prin curenții electrozilor, prezentați și în cataloage. În schimb măsurarea curenților necesită desfacerea montajului, ceea ce este incomod și uneori imposibil, implicînd riscuri.

Măsurarea tensiunilor continue la bornele rezistoarelor din circuit poate ajuta la calcularea curenților care trec prin circuitul respectiv ($I = U/R$).

Valorile obținute prin măsurări vor fi comparate cu valorile indicate în schema de principiu a radioreceptorului respectiv.

Pentru exemplificare, în figura 99 este prezentată schema simplificată a unui radioreceptor MA —MF cu tranzistoare, cu indicarea punctelor de măsurare a tensiunilor și parțial a curenților. Tensiunile continue se vor măsura corect cu un voltmetru a cărui rezistență internă este de 10 ... 20 ori mai mare decît rezistența porțiunii de circuit măsurată, adică între 10 ... 20 kΩ/V.

Voltmetrul se conectează cu borna plus la masă, pentru radioreceptoare care au tranzistoare *pnp* și cu borna minus la masă dacă tranzistoarele sînt de tip *npn* sau dacă schema are unele particularități.

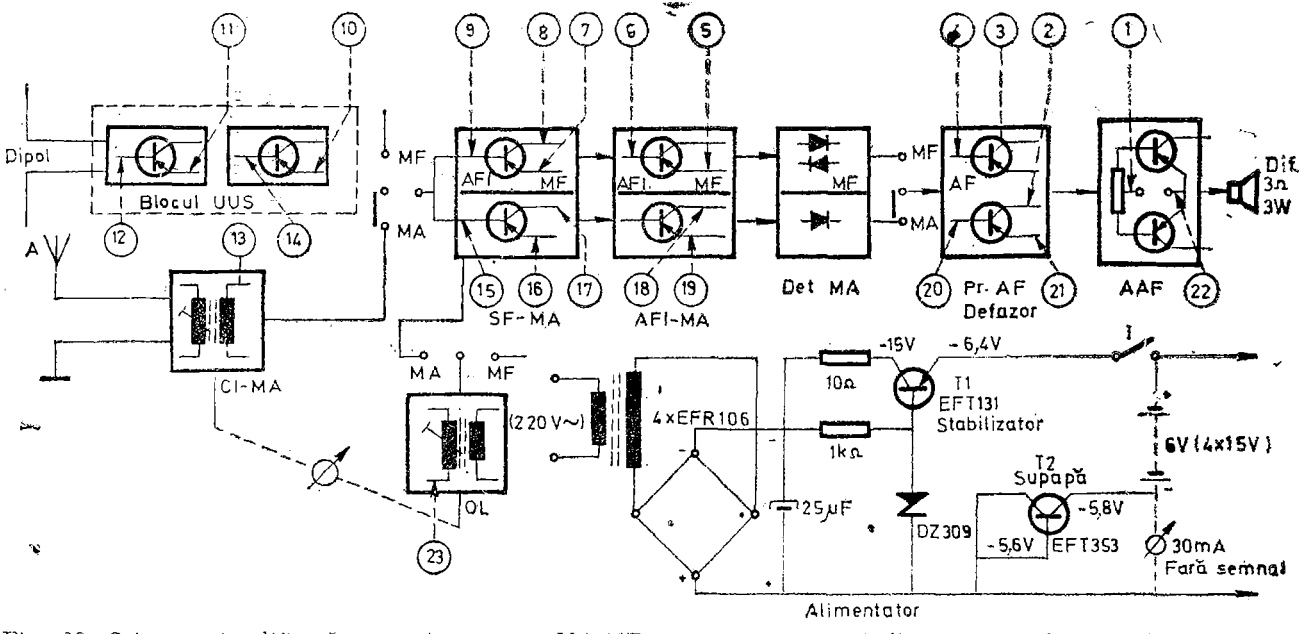


Fig. 99. Schema simplificată a unui receptor MA-MF cu tranzistoare cu indicarea punctelor de măsurare a tensiunilor și curenților.

Tensiunile măsurate între bază și masă și între emitor și masă pentru un același tranzistor sînt apropiate ca valoare (punctele de control 1, 20, 21, 4, 5, 16, 15, 9, 14, 12, 11), diferența nedepășind 50 —250 mV. Tensiunea măsurată între colector și masă va trebui să difere mult de tensiunea de alimentare, sau dacă se conectează minusul la masă valoarea este nulă sau foarte mică.

Lipsa tensiunii la bornele unui circuit este rezultatul lipsei de continuitate a unui element serie (rezistor, bobină, contact), sau scurtcircuitarea unui element derivație (condensator, diodă, tranzistor).

Măsurarea curenților (punctele 6, 17, 8, 22) se efectuează cu un instrument conectat în serie cu circuitul respectiv. Se recomandă ca miliampermetrul sau microampermetrul să fie plasat la început pe scara cu valoare maximă și să se coboare spre scări cu valori mai mici spre a nu deteriora aparatul de măsură.

Erorile care apar la măsurarea curenților se datoresc rezistenței interne scăzute a instrumentului de măsură (R_i 10 k Ω/V).

Fig. 100 *(planșă de la sfîrșitul cărții)*

Pentru a cunoaște valorile orientative ale tensiunilor și curenților dintr-un radioreceptor cu tranzistoare, precum și punctele de măsurare precise în scheme, au fost alese două scheme de montaje frecvent întîlnite: schema unei superheterodine MA întîlnită la radioreceptoarele produse în țara noastră (Cosmos 4, Pescăruș, Alfa, Apolo) prezentată în figura 100 și schema (fig. 101, a) unei superheterodiene MA—MF (Mamaia 4) asemănătoare cu schemele altor radioreceptoare (Neptun, Gloria, Moldova).

Urmărind cu atenție circuitele și efectuînd măsurări după o schemă la un radioreceptor în funcțiune, amatorul va avea ulterior satisfacția unei depanări metodice. După aceea va putea analiza cazuri mai complexe la radioreceptoare fără audiție sau cu audiție necorespunzătoare.

Fig. 101 *(planșa de la sfîrșitul cărții)*

Preferabil ar fi ca să se execute în prealabil un montaj similar celui indicat în figura 97 și să se provoace toate

cazurile de deranjamente la circuitul tranzistorului, după cum s-a procedat la figurile 98, a, b, c, măsurînd tensiunile și curenții de polarizare rezultați. După un astfel de experiment, munca de depanare ar fi ameliorată, iar rezultatele satisfăcătoare.

În lucrare au fost date mai multe scheme de principiu ale unor radioreceptoare tranzistorizate MA — MF produse în țara noastră, scheme pe care sînt înscrise valorile tensiunilor și curenților pentru surse de alimentare uzuale de 6V, 7,5 V și 12 V (Cora, Neptun, S631T-Electronica, Sinaia, Zefir, Mamaia 4) cu scopul de a cunoaște concret atît funcționarea, cît și metodele de depanare raționale.

4. Clasificarea și localizarea defectelor

Dacă localizarea defectelor la nivelul etajului sau circuitului respectiv prin metodele indicate pînă aici (cap de probă, semnalele de test, măsurări) nu a dat rezultate, atunci se va consulta, la acest punct, privirea de ansamblu asupra penelor curente din radioreceptoarele cu tranzistoare și asupra cauzelor principale ale acestora.

Desigur că ar fi imposibil să se specifice aici toate defectele posibile, ci numai cele tipice pentru majoritatea aparatelor și care apar mai frecvent. S-a considerat că această sinteză a simptomelor, cauzelor și remedierilor defectelor va fi utilă pentru orientarea rapidă a radioamatorilor.

Clasele de defecte se stabilesc după natura defectului; astfel se pot deosebi:

A. Radioreceptorul nu funcționează total sau parțial pe anumite game de undă, deci audiția (sensibilitatea) este nulă;

B. Radioreceptorul funcționează, dar cu performanțe reduse (audiție slabă sau instabilă);

C. Manifestări acustice anormale (audiție tare, zgomote, fluierături, autooscilații);

D. Defectele mecanice (mecanismul de scară, comutatorul de game, potențiometrul de ton).

A. Recepție nulă

— Se măsoară tensiunea bateriei de alimentare. Dacă este normală se vor controla întrerupătorul, conexiunile la baterii, contactele. Dacă întrerupătorul este bun se va verifica condensatorul C_{29} (vezi schema din figura 100) și tranzistoarele T_5, T_6 și T_7.

— Difuzorul sau transformatorul de ieșire pot fi defecte.

Dacă tensiunea bateriei este nulă sau prea mică (măsurată după conectarea receptorului cu volumul maxim), înseamnă că bateria s-a uzat și trebuie înlocuită.

Se aude un zgomot în difuzor

— Se măsoară tensiunile pe colector la tranzistoarele de AF. Dacă tensiunile sînt normale și se atinge baza tranzistoarelor T_4, T_6, T_7, trebuie să se audă un zgomot. Dacă nu se aude zgomot, unul din tranzistoarele etajului de AF este defect.

— Dacă se aude zgomot la atingerea bazei tranzistoarelor finale, se va testa baza tranzistoarelor de FI, ceea ce trebuie să producă un zgomot mai puternic. În lipsa acestui zgomot înseamnă că există o întrerupere într-una din înfășurările transformatoarelor de FI, sau un condensator aflat în paralel cu înfășurarea este străpuns. De asemenea, T_1, T_2 sau T_3 poate fi străpuns.

— Se va atinge baza tranzistorului mixer T_1, și dacă difuzorul „răspunde", atunci pot fi defecte: tranzistorul T_1, bobina primului tranzistor de FI, bobina oscilatorului local scurtcircuitată sau întreruptă sau condensatorul C_{10} este străpuns.

— Dacă difuzorul nu răspunde, un condensator de decuplare sau de cuplaj este străpuns, T_1 defect, bobina OL scurtcircuitată sau întreruptă sau bobina de antenă la fel.

Recepție intermitentă

— Contacte intermitente în circuitul de antenă sau alt punct al cablajului.

— Scurtcircuit periodic al plăcilor condensatorului de acord, mai ales la rotirea acestuia.

— Defect de izolație temporar sau modificarea capacităților condensatoarelor pading din OL sau a unui condensator al filtrului de bandă de FI.

—Conexiuni insuficient izolate sau cursorul și stratul activ al potcoavei potențiometrului este consumat sau murdărit.

—Lipituri necorespunzătoare, capsele cablajului imprimat nesudate bine.

—Contactele comutatorului de game murdare sau contactele suportului de baterii oxidate.

—Tranzistorul oscilator defect.

B. Audiție necorespunzătoare

—Audiția slabă în domeniul frecvențelor mici din gamă poate avea drept cauză etajul schimbător de frecvență: tranzistor defect sau bobina OL dezacordată.

—Audiția slabă în domeniul frecvențelor mari din gamă acuză tot etajul SF: tranzistor defect, antena de ferită are cuplaj slab, bobina de antenă dezacordată.

—Audiția slabă în toată gama de frecvențe poate avea drept cauză: etajul SF; tranzistorul, condensatorul C_7 din circuitul emitorului este deconectat (fig. 100); sensibilitatea transformatorului de FI redusă (T_1 defect, condensatorul de cuplaj C_6 deconectat, amplificator FI dezacordat, tensiunea de RAA prea mare); etajul detector defect (condensatorul de cuplaj la RF defect, dioda defectă); etajul prefinal defect; condensatorul de decuplare a rezistorului din emitor defect (C_{25} —fig. 100); etajul final defect (rezistorul din emitor nu este decuplat; difuzorul defect; unul din tranzistoare defect).

—*Audiția instabilă* (postul „fuge") se datorește epuizării bateriei de alimentare, transformatorului oscilator (defect) sau lipsă, RAA(dioda defectă sau condensatorul din filtru străpuns).

Radioreceptoarele funcționează cu performanțe reduse datorită, după cum se vede, defectării unor piese sau dezacordului circuitelor.

C. Manifestări acustice anormale

Recepția este puternică, în acest caz, dar cu pocnituri, fluierături, distorsiuni și zgomote.

Pocniturile pot indica defectarea potențiometrului (stratul activ sau cursorul), comutatorului de game de unde (arcuri slăbite, contacte murdare.).

Scurtcircuitarea plăcilor condensatorului variabil de acord, contact imperfect la antenă, rezistoare cu terminale slăbite, ton-control defect.

Tranzistorul AFI defect, contacte imperfecte la filtrele de FI, contact imperfect la unul din condensatoarele electrolitice.

Fluierăturile se pot manifesta în mai multe feluri: fluierat continuu, fluierături puternice la recepția fiecărui post, fluierături intense, microfonie.

Toate aceste simptome se datoresc următoarelor cauze: selectivitate insuficientă, filtru de bandă dezacordat, tranzistorul de FI defect, vibrații ale plăcilor condensatorului de acord (microfonie) mai ales la recepția US cu volum puternic, baterii uzate, condensatorul de șuntare a bateriei defect sau inexistent, o conexiune la masă nelipită bine.

— Fluieratul continuu se datorește intrării de oscilație a AAF din cauza unui cuplaj dintre ieșirea și intrarea acestuia. Se impune distanțarea circuitelor de intrare și de ieșire, cît și ecranarea lor.

Fluierăturile puternice la recepția fiecărui post denotă intrarea în oscilație a AFI sau a întregului receptor datorită cuplajului dintre circuitele de RF și AF.

— Fluierăturile intense și fîșiit pe anumite game de undă se produc datorită oscilațiilor parazite în ARF, OL sau SF la aparatele construite de amatori. În general, combaterea autooscilațiilor trebuie efectuată în funcție de natura lor, care poate fi: descărcarea surselor de alimentare; amplasarea incorectă a pieselor; o amplificare prea mare; un cuplaj prea strîns; AFI dezacordat și piese ale circuitelor de neutrodinare defecte.

— Microfonia constă în influența acustică a difuzorului asupra blocului de condensatoare variabile sau asupra altor piese ale oscilatorului local. Tendințele de autooscilație în etajele AF duc la creșterea coeficientului de distorsiuni de neliniaritate sau la apariția de zgomote anormale la nivel mare de semnal aplicat.

Autooscilația unora din etajele AFI sau ARF, dacă factorii de reacție sînt reduși, conduce la blocarea lanțului de semnal (audiție nulă), datorită schimbării punctului de funcționare în clasa C.

Distorsiunile pot avea drept cauză: descentrarea bobinei mobile a difuorul 'iczuare freacă în întrefier; membrana nu este bine fixată, ci dezlipită de carcasă sau deteriorată.

— Tensiunea RAA nulă sau prea mică din cauza diodei defecte sau a condensatorului de cuplaj de RF străpuns;

— Condensatoarele de filtraj ale detectorului străpunse; etajul preamplificator defect (condensatorul care decuplează rezistorul din emitor străpuns, tranzistorul defect).

— Etajul final defect (difuzor, condensatorul de cuplaj străpuns, înfășurarea transformatorului de ieșire în scurt-circuit, tranzistor defect).

Huruitura (zgomot de motor) este un simptom care are drept cauză dezacordarea circuitelor de FI; deconectarea condensatorului care decuplează AFI; tensiunea de alimentare prea mică; condensatorul de cuplaj cu preamplificatorul AF deconectat; condensatorul de filtraj al ultimului etaj FI deconectat; circuitul de reacție negativă defect.

5. Reglajul și acordarea radioreceptoarelor MA

După ce au fost înlăturate toate defectele din aparat, etalonarea scării radioreceptorului nu mai corespunde (mai ales dacă au fost mișcate miezurile circuitelor OL și FI intenționat sau din greșeală). De asemenea, sensibilitatea este micșorată sau neuniformă, după cum și selectivitatea se reduce. În această situație, înseamnă că performanțele principale ale radioreceptorului sînt ieșite din norme și trebuie efectuată reacordarea și realinierea circuitelor oscilante afectate de defecte.

Nu există o schemă unică pentru acordarea circuitelor radioreceptoarelor de diferite tipuri, însă la orice acordare se execută următoarele operații principale:

— acordarea unuia sau a cîtorva circuite pe o frecvență fixă oarecare (FI, OL);

— reglarea circuitelor al căror acord se face simultan (monobuton);

— ridicarea curbei de acord și etalonarea scării;

— reglarea selectivității radioreceptorului.

În funcție de tipul aparatului (cu un circuit acordat, cu amplificare directă sau superheterodină) se execută toate

aceste operații sau numai una dintre ele. Se începe cu etajele de AF.

Reglajul etajelor de audiofrecvență este o operație simplă, aplicabilă etajelor de AF clasă A „variabilă" (cu un tranzistor) și clasă B (cu 2 tranzistoare) cu scopul de ajustare a punctului de funcționare pentru asigurarea regimului de lucru optim.

În etajele în clasă B (cu 2 tranzistoare complementare) se admite un curent, în absența semnalului, de 1...2 mA. Scăderea acestui curent implică apariția unor însemnate distorsiuni, iar creșterea lui va conduce mărirea inutilă a consumului general al aparatului.

La defectarea unuia din tranzistoarele unui etaj în contratimp trebuie înlocuit cu altul avînd aceiași parametri; dacă nu există această posibilitate, atunci vor fi schimbate ambele tranzistoare cu o pereche echilibrată.

Reacordarea radioreceptoarelor se efectuează începînd de la circuitul de detecție și se continuă treptat cu toate celelalte circuite pînă se ajunge la circuitul de antenă.

La radioreceptoarele superheterodină, circuitul OL se acordează înainte de ajustarea circuitului dinaintea SF (care poate fi circuit de acord). Circuitul acordat care determină etalonarea unui radioreceptor superheterodină este atît circuitul OL, cît și circuitele AFI.

Circuitele de intrare (înaintea schimbătorului de frecvență) se acordează ultimele, în conformitate cu etalonarea obținută pentru scară.

Alegerea metodei de acordare și aliniere se face în funcție de aparatele de măsurat și în special de sursele de semnal folosite.

În funcție de tipul sursei de semnal (generator standard, generator de semnale nemodulate, multivibrator astabil, generator de armonice, semnalul unui post puternic), pentru radioamatori nu este accesibilă decît metoda utilizării unui minim de aparate și acestea sînt: generatorul de armonici și un voltmetru de curent alternativ în loc de wattmetru de ieșire (outputmetru).

Specific la acordarea radioreceptoarelor cu tranzistoare față de cele cu tuburi este antena de ferită, care necesită și ea un reglaj de poziție a înfășurărilor pe miez.

Fig. 102 *(planșă la sfîrșitul cărții)*

În lipsa oricărui aparat de măsură, reacordarea circuitelor dereglate se efectua la începutul radiofoniei cu oarecare aproximație „după auz": cu receptorul sintonizat pe emisiunea unui post care emite în banda de US sau UM și se ajustau micile condensatoare „trimeri" ale înfășurării transformatoarelor de FI, începînd cu ultimul transformator de FI către SF (pe US) și „padingul" (pe UL), ori segmenții plăcilor laterale ale rotoarelor condensatoarelor de acord, pînă ce intensitatea semnalelor devine maximă în difuzor, plasînd apoi acul indicator în punctul cadranului. Acordarea „după ureche" se mai practică și azi de amatori, care urmăresc mai mult tăria semnalului (sensibilitatea) decît celelalte performanțe (selectivitate, fidelitate etc.), care pot fi grav afectate.

Pentru un radioreceptor cu 5 circuite acordate, cum este cel din schema prezentată în figura 102, se impune o metodă de lucru mai tehnică prin folosirea unui minim de aparate de măsură.

Operațiile de reacordare, utilizînd ca indicator un voltmetru de curent alternativ pe scara 1 — 10 V montat în paralel pe bobina mobilă a difuzorului (secundarul transformatorului de ieșire) sau un miliampermetru conectat în serie cu rezistența de sarcină a diodei detectoare (devenind un voltmetru electronic), în punctul X, pe schema din figura 102, sînt simplificate pentru o cunoaștere a lor în ansamblu.

Menționăm că metoda de mai jos se va aplica numai pe un montaj nou construit de amator sau pe un radioreceptor dezacordat grav, și, în lipsă de alte posibilități, se încearcă o realiniere acceptabilă.

Se prinde un post aproape de extremitatea scalei în gama de UM. În general se recomandă scurtcircuitarea secțiunii oscilator UM a condensatorului variabil, dar nu este necesar întotdeauna.

Acordarea se începe cu punctul *1* de pe schemă, înșurubînd sau deșurubînd miezurile filtrului FI_3 din secundar, apoi în primar, pînă se obține o audiție maximă în difuzor sau deviația maximă a acului indicator al instrumentului de măsură.

Se trece la filtrul FI_2, apoi FI_1, în ordinea punctelor indicate pe schemă. La acordul optim înseamnă că filtrele de *FI* au fost reacordate pe frecvența normală de 455 kHz.

Urmează aducerea postului respectiv în dreptul inscripției de pe scală, unde se află plasat acul indicator. Aceasta se face din ajustabilul oscilatorului pe UM.

Se ajustează apoi trimerii circuitului de intrare CI.

Operația se repetă pentru un alt post din cealaltă extremitate a scalei și se corectează padingul oscilatorului. Acesta este un acord denumit în două puncte ale scalei.

Pentru gama de unde lungi operațiile sînt aceleași, acționînd asupra circuitelor de UL. La fel se procedează și în gama de US. Alinierea în două puncte (la extremitățile scalei) se face, de obicei, în gama de US, iar în gamele de UL și UM alinierea se face în 3 puncte, adică la extremitățile scalei și la mijlocul scalei (vezi fig. 103).

Trebuie reținut deci că alinierea constă în a menține constantă diferența frecvențelor oscilatorului local față de cea de semnal (incidentă). În acest scop circuitele oscilante vor conține un anumit număr de elemente variabile cu care să se poată face alinierea.

Pentru circuitele OL, elementele variabile sînt: condensatorul pading Cp cu ajutorul căruia se face alinierea în punctul inferior al gamei (lungime de undă mare); bobina L_{OSC} a cărei inductanță poate fi variată prin rotirea miezului (sau deplasarea poziției spirelor la capăt în cazul bobinelor fără miez — US); condensatorul trimer C_T, pentru capătul superior al gamei (lungime mică de undă).

Deoarece condensatorul serie (padingul) este uneori fix, se alege o valoare suficient de mare și eventuala sa ajustare se realizează prin înlocuire sau prin conectarea unui mic condensator în paralel cu primul.

Operația de aliniere se efectuează în două faze:

— aducerea în gamă sau în limitele scării a posturilor recepționate astfel încît să corespundă reperelor (inscripților) de pe scară;

— acordarea circuitelor de intrare pentru o audiție maximă.

Reacordarea și alinierea radioreceptorului se poate face mai comod cu un generator de semnal multivibrator, de la care se poate obține un semnal cu amplitudine constantă, încît la ieșire să se poată măsura prin manevrarea potențiometrului de volum un sunet de nivel echivalent cu 50 mW, atunci cînd se acționează asupra circuitelor de FI, OL și CI.

Preferabil ar fi ca să se folosească un generator de semnal cu frecvență variabilă în gamele de RF, FI și AF cu care să se injecteze un semnal de frecvență cunoscută (de exemplu, 455 kHz și 1 000 Hz) la un nivel de 100 mV.

O aliniere corectă se poate realiza, în acest caz, în trei puncte după cum se redă în figura 103, pe care sînt trecute și frecvențele recomandabile (pe scala receptorului) la care să se facă alinierea.

Alinierea gamei de UL se efectuează la fel ca și alinierea gamei de UM, numai că frecvențele de aliniere sînt 155 kHz, 250 kHz și 415 kHz (fig. 103).

Alinierea gamei de US se realizează astfel:

— se cuplează generatorul prin intermediul unui condensator de cîțiva zeci de picofarazi;

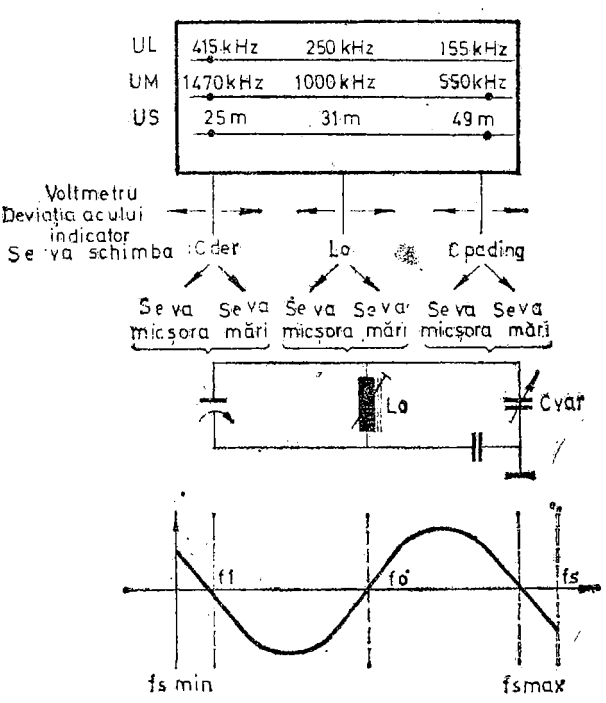


Fig. 103. Schema de acordare a circuitului oscilatorului local în cazul alinierii în trei puncte.

— se face reglajul circuitului oscilator la extremitățile gamei 25 m și 49 m prin ajustarea capacității condensatorului montat în derivație C_{der} (fig. 103), C_p avînd capacitatea fixă;

— se face reglajul circuitului de intrare la frecvențele de aliniere.

Aceste operații sînt foarte fine și este necesară reluarea lor de 3—4 ori. În gama US trebuie să se lucreze cu toată atenția, deoarece se poate ca radioreceptorul să fi fost anterior acordat greșit pe frecvența imagine. Aceasta se poate controla acordînd receptorul pe o frecvență f_s din gama undelor scurte. Se știe că frecvența imagine este egală cu frecvența semnalului plus $2\,f_i$. Dacă se ajustează frecvența generatorului la valoarea $f_s + 2\,f_i$ va trebui să se audă tonul cu un nivel mai mic. La frecvența fundamentală f_s tonul se aude mai puternic. Alinierea este greșită dacă reglînd frecvența generatorului la valoarea $f_s - 2\,f_i$ se aude semnalul la ieșire, cu alte cuvinte frecvența oscilatorului local este mai mică decît frecvența semnalului. Frecvența imagine are valoarea $f_s - 2\,f_i$.

Pentru corecție, se mărește frecvența semnalului cu $2\,f_i$ (aproximativ 900 kHz), pentru a vedea dacă frecvența imagine se află la locul ei. Dacă al doilea semnal se află la o frecvență mai mică decît 900 kHz, înseamnă că radioreceptorul a fost acordat greșit, pe imagine, și se va reface acordul.

Deci, dacă cele două semnale sînt de frecvențe diferite pentru aceeași poziție a indicatorului de scară, alinierea corespunde frecvenței mai mici, dar nu mai mică decît f_s.

Se poate controla acordul menținînd frecvența generatorului fixă și variind acordul aparatului de recepție. Recepționarea semnalului se va face în două puncte pe scară, însă alinierea corectă corespunde frecvenței mai mari în raport cu poziția indicatorului pe scară (în dreapta lui).

Acordarea radioreceptoarelor MF sau a lanțului MF din receptoarele combinate MF-MA se referă la transformatoarele de FI din lanțul MF, la circuitul OL și la circuitele de foarte înaltă frecvență FIF. Datorită condițiilor speciale impuse de gradul de frecvență ultraînaltă (gama UUS după normele OIRT are limitele între 64,5 ... 73 MHz, adică 4,65 ... 4,1 m) se cer aparate complexe pentru măsurări, iar în lipsa lor orice metodă empirică ar strica mai mult calitatea audiției.

Frecvențele uzuale pentru FI-MF sînt 10,7 MHz, 8,4 MHz, 4,5 MHz.

Metodele de acordare sînt diferite în funcție de aparatele de control folosite. Astfel, există metoda selectografului (osciloscop catodic combinat cu GSS-MF, detector, ARF), metoda generatorului de semnal MF, metoda generatorului MA.

Din cele expuse mai sus reiese că acordarea radioreceptoarelor MF nu este accesibilă decît profesioniștilor și radioamatorilor avansați, care au cunoștințe și practică în acest domeniu și deci nu formează obiectul prezentei lucrări.

6. Sfaturi practice

Adaptor pentru gama de US la un radioreceptor se poate realiza în două moduri:

— prin modificarea schemei radioreceptorului cu adăugarea unei noi poziții pe comutatorul de game;

— realizarea unui adaptor direct care să transforme gama de US în gama de UL sau UM.

Modificarea propusă în figura 104 este foarte simplă, putîndu-se aplica atît la receptoarele cu UM sau UL, cît și la cele cu ambele game de unde UM-UL.

Se confecționează o bobină pe o carcasă fără miez de 6—10 mm diametru, 8—12 spire din sîrmă emailată de 0,25 mm sau pe o bobină cu miez de ferocart de același diametru (fig. 104, a).

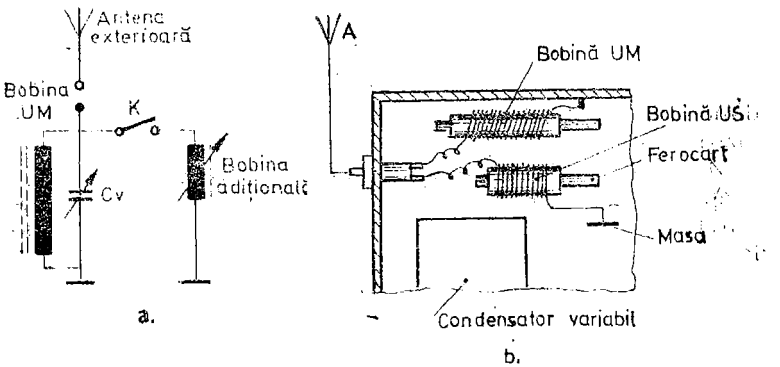


Fig. 104. Adaptor simplu pentru gama de US.

Bobina de US se montează ca în figura 104, b, conectînd-o în serie cu bobina de UM, iar celălalt capăt se leagă de o bucșă de antenă exterioată (1—2 m de sîrmă). Prin introducerea bananei sau a jacului cu antena exterioară se face contactul între cele două capete ale bobinei de US care vor scurtcircuita bobina de UM. Se poate monta în locul bucșei un mic comutator (fig. 104, a).

Reglajul recepției constă în modificarea numărului de spire al bobinei de US.

Introducerea bornelor de PU și a mufei de magnetofon se poate efectua la oricare dintre radioreceptoarele cu tranzistoare, fie pentru a reda discuri de la un picup care nu posedă amplificator, fie pentru a întregistra pe magnetofon programul radio.

Cea mai simplă metodă este aceea de a conecta două fire la extremitățile potențiometrului de volum al radioreceptorului fără nici o altă modificare a montajului (fig. 105.)

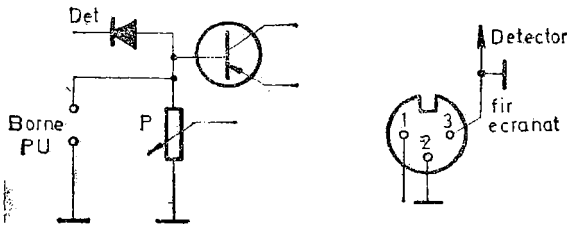


Fig. 105. Introducerea bornelor de PU și a mufei de magnetofon.

Firele de legătură se fixează pe carcasa aparatului de radio cu ajutorul a două borne. La redarea discurilor se va avea grijă ca radioreceptorul să fie acordat pe o frecvență care să nu aibă program, altfel se produce interferență.

Volumul audiției culese de la o doză se va regla cu potențiometrul aparatului de radio. Firul cald care conduce semnalul la magnetofon va fi ecranat.

Introducerea indicatorului optic de acord este o problemă mai greu de realizat la radioreceptoarele cu tranzistoare datorită tensiunii de alimentare reduse, dar există cîteva soluții:

— folosind un miliampermetru de curent continuu (cu cadru mobil) parcurs de curentul de colector al unuia din tranzistoarele care echipează unul din etajele comandate de RAA (primul etaj AFI); acest instrument denumit „S"-metru are montat în paralel o capacitate de șuntare;

— altă soluție constă în realizarea unui etaj convertizor, care să fie capabil să furnizeze tensiunea anodică necesară alimentării unui indicator optic realizat cu tub electronic, soluție convenabilă numai în cazul unor surse ca rețeaua electrică sau acumulatorul.

— fabricarea noilor tuburi cu descărcări în gaze, capabile să funcționeze la tensiuni de cîțiva volți este noua metodă introdusă în ultimul timp la noile radioreceptoare; indicația va fi dată de lungimea coloanei luminoase din tub, în funcție de tensiunea aplicată pe electrodul suplimentar *Z*, dependentă atît de tensiunea de colector, cît și de tensiunea de RAA, ceea ce reduce puțin amplificarea etajului AFI (fig. 106).

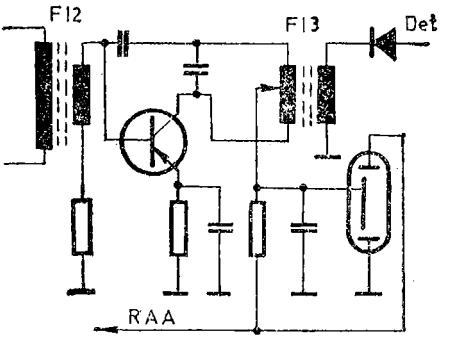


Fig. 106. Conectarea unui tub indicator optic cu descărcări în gaze.

Introducerea unui difuzor suplimentar nu se poate face oricum, așa cum procedează amatorii grăbiți și dornici de a avea o audiție mai puternică. Montarea unui difuzor suplimentar fără a se ține cont de impedanța de adaptare sau de puterea lui se soldează cu deteriorarea etajului final al radioreceptorului și chiar cu arderea bobinei mobile a difuzorului.

Puterea difuzorului unui radioreceptor trebuie să fie cel puțin egală cu puterea debitată la maximum de volum de etajul final, sau mai mare, fără a depăși cu mai mult de 30% puterea nominală a aparatului de recepție.

Adaptarea impedanței bobinei mobile a difuzorului la impedanța de ieșire a etajului final este de o importanță deosebită. Diversitatea difuzoarelor ca impedanță este un motiv de atenționare a radioamatorilor cînd conectează unul sau mai multe difuzoare la un receptor. Impedanța difuzorului trebuie să fie cu 20 ... 50% mai mare decît impedanța proprie a bobinei mobile a difuzorului care echipează radioreceptorul, spre a nu dezadapta etajul final.

Cunoscînd impedanța difuzorului suplimentar Z_{S1} și a difuzorului propriu Z, raportul de transformare al transformatorului de ieșire care trebuie rebobinat va trebui să fie:

$$\eta \cong \sqrt{\frac{nZ_{s_1}}{Z_s}},$$

în care factorul η este randamentul transformatorului (0,7 ... 0,8). Datorită dezadaptării, puterea pe care o poate debita difuzorul suplimentar va fi mai redusă, iar factorul de distorsiuni de neliniaritate (frecvență) va fi mai mare decît cu un singur difuzor, înrăutățind calitatea.

Pentru a monta la un receptor două difuzoare care să permită redarea separată a frecvențelor joase și înalte, se construiește un filtru *LC* simplu (fig. 107, a, b, c) format dintr-un condensator, o bobină sau un grup *LC*.

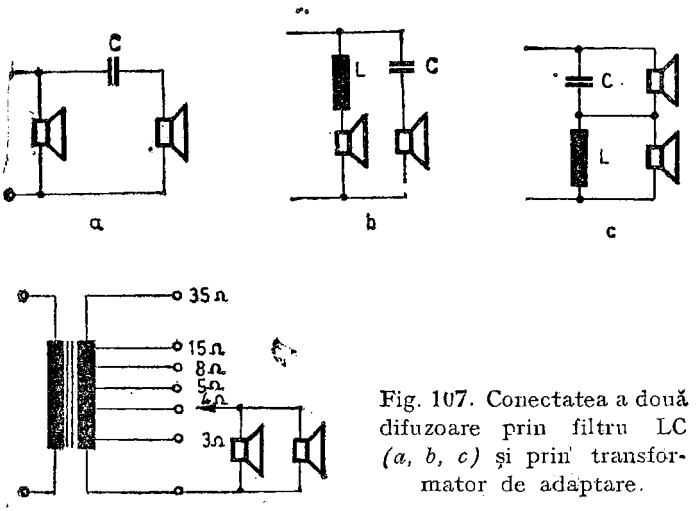


Fig. 107. Conectatea a două difuzoare prin filtru LC *(a, b, c)* și prin transformator de adaptare.

Valorile elementelor se aleg în funcție de gama de frecvențe care trebuie să fie redată.

$$C(\text{pF}) = 159\,000\,\frac{1}{f_0 R_0};$$

$$L(\text{mH}) = \frac{159 R_0}{f_0},$$

în care: f_0 este frecvența medie (de obicei $f_0 = 800$ Hz).

R_0 — rezistența bobinei mobile.

Cu ajutorul unui autotransformator adaptor de impedanță (fig. 107, c) se rezolvă ușor adaptarea atunci cînd se face depanarea sau încercarea unui difuzor.

Transformatorul de ieșire poate fi procurat de la orice radioreceptor cu tranzistoare al cărui difuzor are impedanța cunoscută. Se rebobinează înfășurarea secundară pentru valorile impedanței indicate în figură ($Z = L\omega$) după raportul:

$$\eta = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

unde Z_1 este impedanța de adaptare necesară (2, 3, 5 Ω etc.), iar Z_2 este impedanța difuzorului folosit (de exemplu, 5 Ω).

Exemplu: La transformatorul amintit, care are puterea de 2 W, pentru difuzorul de 3 Ω se găsesc bobinate 62 de spire în secundar. Se află conform raportului n un număr de alte rapoarte pentru impedanțele folosite mai frecvent.

Raționamentul este: dacă la 3 Ω sînt 62 spire și $n = 1 : 1$; la 8 Ω, $n = \sqrt{\frac{3}{8}} = \sqrt{2{,}66} = 1{,}63$, la 15 Ω, n = 2,24 etc.

Calcularea numărului de spire se rezolvă înmulțind numărul de spire inițial cu coeficientul de raport. Astfel, dacă pentru 3 Ω sînt 62 spire, pentru 8 Ω vor trebui 62 spire × 1,63 = 101 spire; la fel, pentru 15 Ω va fi 62 × 2,24 = = 139 spire. Acest număr de spire, astfel calculat, se va bobina cu același conductor de 0,45 mm diametru și se vor prevede prize pentru impedanțele amintite. Conectarea pe diferitele prize se va face cu un mic comutator rotativ.

Schimbarea raportului intensității sunetului a două difuzoare de aceeași impedanță conectate la același receptor („balans") se poate realiza ușor cu ajutorul montajelor prezentate în schema din figura 108 a, b. Astfel se obține o tonalitate nouă, care dă senzația de spațialitate. Trebuie însă

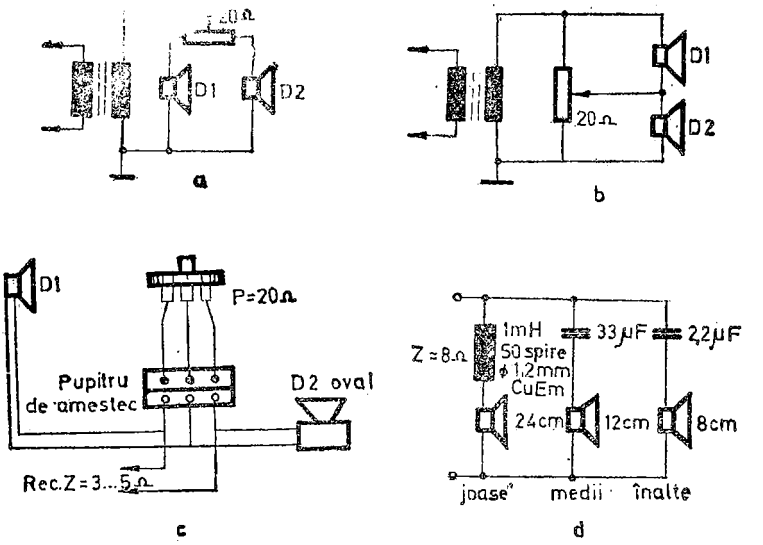


Fig 108. Montajé care permit schimbarea raportului intensității sunetului a două difuzoare *(a, b, c)* și montarea unei baterii de trei difuzoare *(d)*.

ca acest efect să fie dozat rațional, deoarece în caz contrar se obține o reverberație artificială apropiată de ecou, lucru care nu se potrivește la orice fel de muzică.

Se va ține cont de legarea a două difuzoare, după cum s-a spus, nu numai de adaptarea impedanțelor ($Z_{etaj\ final}$ și $Z_{difuzor}$), cît și de puterea difuzorului, care nu trebuie să depășească puterea utilă dată de etajul final. Fiind vorba de frecvențe audio, în locul impedanței $Z_{difuzor}$ se poate lua în considerare componenta rezistivă (ex. $R = 3\ \Omega$, $4\ \Omega$ etc.).

De exemplu: la un amplificator de 2 W și 4 Ω se poate înlocui difuzorul de 2 W și 4 Ω cu două difuzoare de 1 W și 4 Ω fiecare, montate în serie.

De multe ori se lucrează cu difuzoare de puteri mai mari decît puterea de ieșire a etajului pentru a reduce distorsiunile neliniare date de difuzor.

În figura 18, d este prezentat modul de legare a 3 difuzoare, avîndu-se în vedere să se adapteze impedanțele, iar

suma puterilor celor trei difuzoare să fie egală cu puterea de ieșire a etajului final.

Ciocan de lipit miniatură. La depanarea radioreceptoarelor cu tranzistoare, ca precauție împotriva distrugerii tranzistoarelor în timpul lipirii terminalelor se recomandă folosirea unui ciocan de lipit de putere mică (15—30 W) și executarea lipiturilor la o distanță de cel puțin 1 cm de corpul tranzistorului.

Un ciocan de lipit normal (60 ... 100 W) poate provoca distrugerea tranzistorului și în alt mod. Astfel, dacă ciocanul de lipit are o izolație slabă, se poate întîmpla ca prin circuitul care se formează între rețea, ciocanul de lipit, tranzistor, corpul depanatorului și pămînt să circule un curent care să distrugă joncțiunea sau s-o compromită.

De aceea, este recomandabil să se lucreze cu un ciocan de lipit izolat față de rețea și de mică putere (fig. 109). El este utilizat bine și la rezistoarele de mică putere.

Materialele din care este construit ciocanul, precum și dimensiunile pieselor sînt indicate pe desen. Puterea lui este

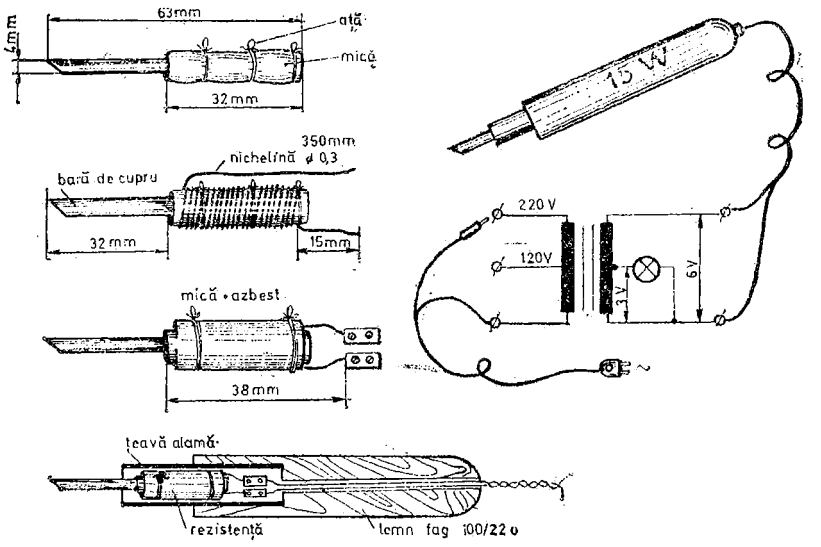


Fig. 109. Ciocan de lipit electric miniatural, pentru lipituri la montajele cu tranzistoare.

de 15 W, iar curentul absorbit de la sursă (rețea sau acumulator) este de 2,5 A. După bobinarea firului de nichelină, cartușul este introdus într-un tub de alamă, în care se toarnă ipsos pentru fixare.

Avantajele sînt: încălzire și răcire în mai puțin de un minut; se manevrează ușor ca un creion de scris; mînerul este tot timpul rece; nu prezintă risc de ardere, vîrful stînd în aer, oricum s-ar așeza mînerul tronconic pe masă; nu prezintă risc de electrocutare.

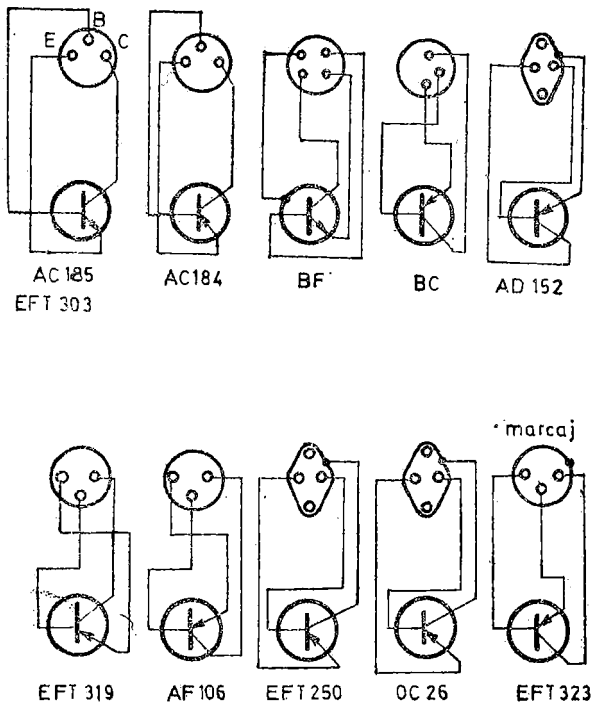


Fig. 110. Notarea ieșirilor tipurilor de tranzistoare utilizate în radioreceptoarele produse în R.S. România.

Notarea ieșirilor tranzistoarelor este prezentată în figura 110, iar tipurile de tranzistoare folosite în radioreceptoarele produse în țara noastră sînt trecute în tabelul din anexă.

de abrevieri şi termeni uzuali în radio

AF — audiofrecvenţă
AAF — amplificator de audiofrecvenţă
AFI — amplificator de frecvenţă intermediară
AFIF — amplificator de foarte înaltă frecvenţă
ARF — amplificator de radiofrecvenţă
BLU — bandă laterală unică
CI — circuit de intrare
Ci — circuit integrat
D — detector
FI — frecvenţă intermediară
LA — limitator de amplitudine
MA — modulaţie în amplitudine
GSS — generator de semnal standard
MF — modulaţie de frecvenţă
OL — oscilator local
PLL — Phase Locked Loop (buclă de fixare de fază)
PU — pick-up
RAA — reglare automată a amplificării
RAF — reglare automată a frecvenţei
RAS — reglarea automată a selectivităţii
RBL — rest de bandă laterală
RF — radiofrecvenţă
SF — schimbător de frecvenţă (mixer)
UIF — ultraînaltă frecvenţă
UL — unde lungi
UM — unde medii
US — unde scurte
UUS — unde ultrascurte
Z — impedanţă electrică

RADIORECEPTOARE CU TRANZISTOARE PRODUSE ÎN R. S. ROMÂNIA

Miorița
Litoral
Solistor
Primăvara
Sport
Turist
S 632 T Electronica
Delta
Zefir
Cora
Alfa
Cosmos 4
Neptun
Albatros
Pescăruș
Mamaia
Gloria
Moldova
Sinaia
Predeal
Apollo
Pacific PU
Milcov
Mangalia
Maestro-Stereo
Bucur MA-MF Stereo
Bucium

TABELUL I

Gamele de unde ale emiţătoarelor de radiodifuziune

Gama de unde	*Lungimea de undă*	*Frecvenţa*
Unde lungi	1000 m — 2000 m	150 — 300 kHz
Unde medii	187 m — 570 m	525 — 1605 kHz
Unde scurte	75 m	3,2 — 3,4 MHz
	49 m	5,95 — 6,2 MHz
	41 m	7,15 — 7,3 MHz
	30 m	9,5 — 9,775 MHz
	24 m	11,7 — 11,975 MHz
	19 m	15,1 — 15,45 MHz
	16 m	17,7 — 17,9 MHz
	13 m	21,45 — 21,75 MHz
	11 m	25,6 — 26,1 MHz
Unde ultrascurte	3,41 — 3 m	88 — 100 MHz
	4,55 — 3,95 m	66 — 76 MHz

TABELUL II

Recomandări generale pentru antiparazitarea autoturismelor

Nr. crt.	*Sursa producătoare de paraziți*	*Piesa utilizată pentru deparazitare și caracteristicile ei*	*Punctele de conectare sau montare a elementului de deparazitare*	*Observații*
1	Dinamul	Condesator hîrtie antiparazitar 0,47μF/25 V — 100°C	Între borna principală (conectată la peria colectorului) nepusă la masă și șurubul de masă cel mai apropiat. La majoritatea autoturismelor această bornă este borna (+)	**Atențiune:** Nu conectați condensatorul la borna de cîmp a generatorului fiind pericol de avarie a releului conjunctor-disjunctor (de obicei conductorul conectat la borna de cîmp este mai subțire decît cel conectat la borna principală).
2	Bobina de inducție	Condensator hîrtie antiparazitare 1—3μF 250 V—100°C	Între borna de joasă tensiune a bobinei de inducție conectată la acumulator prin comutatorul acționat de cheia de contact și punctul de masă cel mai apropiat (se recomandă șurubul de strîngere al colierului de prindere al bobinei la blocul motor).	

3	Releul conjuctor-disjunctor	Condensator hîrtie antiparazitare 1—3μF 250 V — 100°C	Între borna izolată a releului conjunctor-disjunctor (borna conectată la bateria de acumulatori) și punctul de masă cel mai apropiat (se recomandă șurubul de fixare al releului la blocul motor).	
4	Distribuitorul	Rezistență volumică 2—10 kΩ	Pe conductorul de legătură dintre bobina de inducție și distribuitor.	Se taie conductorul în porțiunea cea mai apropiată de bobina de inducție și se intercalează o piesă care conține rezistența volumică. (Aceasta permite conectarea capetelor conductorului formate prin secționare.)
5	Bujiile	Pipe antiparazitare (cu rezistență volumică 2—10 kΩ,	Între bujii și conductorii de aducerea înaltei tensiuni la bujii.	
6	Electromotorul ștergătorului de parbriz	Condensator hîrtie antiparazitare de cca. 0,5μF 250 V — 100°C	Între borna conectată la peria colectorului electromotorului și masă.	
7	Electromotorul aerotermei	Condensator hîrtie antiparazitare 0,5μ F 250 V — 100°C	Între borna conectată la partea colectorului electromotorului și masă.	

TABELUL III

Codul de notare al dispozitivelor semiconductoare în standardul european

Prima literă indică materialul semiconductorului de bază	*A doua literă indică funcția și utilizarea dispozitivului semiconductor*	*Dispozitive semiconductoare produse de I.P.R.S. Băneasa*		
		Notația	*Material*	*Semnificația*
A — diodă cu germaniu, tranzistor *pnp*	A — diodă C — tranzistor pentru semnale mici în AF,	AC 180—184 EFT 311—342 SFT 367—377	Ge	Tranzistoare de audiofrecvență
B — diodă cu siliciu, tranzistor cu siliciu tip *pnp*	D — tranzistor de putere utilizat în AF	BC 107—109 BF 167—215	Si	Tranzistoare de radiofrecvență
C — semiconductor galiu-arseniu	E — diodă tunel	EFT 306—320	Ge	
D — semiconductor cu indiu-antimoniu	F — tranzistor de RF	AD 152—155 EFT 212—250	Ge	Tranzistoare de putere AF
N — tranzistor cu germaniu tip *npn*	L — tranzistor de putere de RF P — fotodiodă, fotorezistență S — tranzistor de comutație T — tranzistor de putere pentru comutație	AA 112—131 EFD 103—115 1 N 54 A, 541, 542	Ge	Diode de semnal și comutație
R — alte materiale semiconductoare (celule fotoelectrice și Hall)	U — tranzistor de comutație	DR 300—306 EFR 135—156	Ge	Diode redresoare
	Y — diodă de putere Z — diodă Zener	F 107, 407	Si	
		KS 1060, 4060, 6060	SI	Diode redresoare curenți mari
		DZ 308—311	—	Diode stabilizatoare Zener
		DF 1 — 3	Ge	Fotodiode

Exemplu: AC 180, tranzistor de germaniu pentru AF, metalic, amplificare 80 EFD 109, diodă de comutație de germaniu, tensiune inversă — 100 V.

Diode cu germaniu, cu contact punctiform
I.P.R.S. — EFD 106, EFD 107, EFD 108, EFD 111, EFD 112; folosite ca detectoare și discriminatoare echivalente D2A, D2E, D7A, D1A, D1B, D1D, D105, D2A (URSS).
Diode cu germaniu, cu joncțiuni
I.P.R.S. — EFR 135, DR 301, DR 302, DR 303, DR 305, EFR 106/1, EFR 105/1 — redresoare: D7E, D7I, D 202, D 203, D 303, D 304, D 305 (URSS).
Diode Zener, stabilizatoare
I.P.R.S. — DZ 306 (6 V), DZ 307 (7 V), DZ 308 (8 V), DZ 309 (9 V) — I_{max} — 23 mA.
Tranzistoare cu germaniu (pnp)
I.P.R.S. — EFT 106, EFT 117, EFT 119, EFT 120, 2SA 295, 2 SA 323 (radiofrecvență); P 12, P 401, P 402, P 403, P 404, P 405, P 406, P 407, P 410, P 411 (URSS).
Tranzistoare cu siliciu (npn)
I.P.R.S. — BF 115, BF 173, BF 180, BF 181, BF 198, BF 200, BF 214, BF 254 (radiofrecvență).
Tranzistoare cu germaniu pnp (joasă frecvență, mică putere)
I.P.R.S. — AC 184, AC 180 (300 mW), AC 180 k (750 mW), EFT 323 (200 mW)
Tranzistoare cu germaniu (audio-frecvență)
I.P.R.S. — AC 185 (*npn* — 225 mW), AC 107 (50 mW), AC 121 (900 mW), AC 303 (67/45 mW).
Tranzistoare cu germaniu pnp (de putere)
I.P.R.S. — AD 152 (6 W/45), OC 30 (4 W/45), SFT 190 (30 W), SFT 239 (45 W); P4A (20 W), P4B (25 W), P4G (25 W), P 201 (10 W) 202 (10 W) (URSS).
Tranzistoare cu siliciu (*npn* — audiofrecvență)
I.P.R.S. — BC 108 (300 mW), BC 109 (300 mW), BC 112 (50 mW), BC 113, 14 (200 mW).
Tranzistoare cu siliciu (*npn* — audiofrecvență)
I.P.R.S. — BC 196 (50 mW), BC 201 (250 mW), BC 207 (300 mW) BC 285 (360 mW).
Tranzistoare de medie putere pnp
I.P.R.S. — EFT 124, EFT 125, EFT 130, EFT 131.
Tranzistoare de radiofrecvență pnp, mică putere
I.P.R.S. — EFT 317, EFT 319, EFT 320, BF 115, BF 182, BF 200, BF 214; P 401, P 402, P 403, P 411, P 423 (URSS); 2 SA 102 (Japonia).

CUPRINS

Din partea autorului 5

Cap. I. — RADIORECEPTOARE CU TRANZISTOARE

1. Legătura radiofonică 7
2. Scheme simple de radioreceptoare cu tranzistoare .. 14
3. Radioreceptoare cu schimbare de frecvență MA 34
4. Radioreceptoare combinate MA-MF 38
5. Performanțele și clasificarea radioreceptoarelor .. 38

Cap. II. RADIORECEPTOARE SUPERHETERODINĂ

1. Componente electronice 46
2. Scheme electrice comentate ale radioreceptoarelor .. 56
3. Analiza funcțională a elementelor pe etaje 67
4. Particularități privind radioreceptoarele speciale 100
5. Dispozitive pentru reglajul radioreceptoarelor 111

Cap. III. DEPANAREA RADIORECEPTOARELOR TRANZISTORIZATE

1. Verificarea, măsurarea și înlocuirea pieselor radio .. 125
2. Dispozitive și aparate de măsură și reglaj 135
3. Metode și etape de depanare 162
4. Clasificarea și localizarea defectelor 181
5. Reglajul și acordarea radioreceptoarelor MA..... 185
6. Sfaturi practice 191

Glosar 199

Radioreceptoare cu tranzistoare produse în R.S. România 200

Tabelul I. Gamele de unde ale emițătoarelor de radiodifuziune 201

Tabelul II. Recomandări generale pentru antiparazitarea autoturismelor 202

Tabelul III. Codul de notare al dispozitivelor semiconductoare în standard european 204

Tabel selectiv de echivalențe 205

Bibliografie 206